

Pengolahan dan Agroindustri Serat Nanas



**Prof. Dr. Ir. H. Amin Rejo, M.P.
Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.T.P., M.Si.
Dr. Arjuna Neni Triana, S.T.P., M.Si.**

ISBN 978-623-399-112-4



9 786233 991124

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT, karena atas berkah dan Rahmat-Nyalah kami dapat menyelesaikan makalah ini sebagai salah satu tugas mata kuliah Pengantar Teknologi Pertanian.

Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang berada di Jurusan Teknologi Pertanian yang mengambil mata kuliah Pengantar Teknologi Pertanian pada semester ganjil ini, yang telah berperan aktif dalam pengumpulan data dan bahan-bahan yang akan dijadikan makalah ini. Dan juga Dosen Pengajar yang senantiasa memberikan literatur pembuatan tugas kami ini.

Pembuatan makalah ini didasarkan atas pentingnya para mahasiswa mengetahui sejauh mana masalah Pertanian itu berperan serta dalam ruang lingkup kehidupan, dan seberapa besar pengaruh Teknologi yang dipakai dalam bidang pertanian.

Kami yakin bahwa dalam penulisan makalah ini masih banyak kekurangan-kekurangan, untuk itu saran-saran dari pembaca sangat kami nantikan.

Semoga makalah tentang “Pengantar Teknologi Pertanian” ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca, terutama mahasiswa Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian.

Kami disini selaku pembuat makalah bilamana ada kata yang menurut Ejaan Yang Disempurnakan (EYD) tidak sesuai atau tidak berkenan di hati pembaca kami mohon maaf dan kepada ALLAH kami mohon maqfiroh-Nya.

Penyusun

BIODATA

1. Penulis Utama

A. Nama : Prof. Dr. Ir. Amin Rejo. MP
Tempat /Tanggal Lahir : Muara Enim / 14 Januari 1962
Alamat Kantor : Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya. Jl. Palembang Indralaya
Km. 32 Ogan Ilir, Palembang

B. Riwayat Pendidikan :

S1 : Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
S2 : Program Pasca Sarjana Prodi Keteknikan Pertanian, Universitas Gajah Mada
S3 : Program Doktor Prodi Keteknikan Pertanian, Pascasarjana IPB

C. Pengalaman Pendidikan dan Pengajaran.

No	Semester Ganjil	Semester Genap
S1	Teknik Pengolahan Hasil Pertanian.	Teknologi Pasca Panen
	Matematika Teknik.	Matematika Teknik
	Pengantar Teknologi Pertanian.	Pengantar Teknologi Pertanian
	Statistika	Statistika
	Alat Mesin Panen dan Pasca Panen	Permodelan
	Perancangan Percobaan	Perancangan Percobaan
	Teknik Pengolahan Pangan	Sistem Kecerdasan
	Mekanisasi Pertanian	Alat dan Mesin Pasca Panen
		Sifat Fisik Produk Pertanian
		Sifat Optik Pertanian
S2	Teknik Pengeringan	Manajemen Bioproses
	Analisis statistika	Teknologi Pascapanen
		Teknik Proses Biologis
		Rekayasa Pengolahan
S3	Mesin – mesin Pengolahan Hasil Pertanian	

	Penanganan Pascapanen	
	Teknologi Pengolahan Pangan Lanjut.	

D. Pengalaman Jabatan Struktural dan Organisasi 10 Tahun Terakhir

5. Anggota senat tingkat Universitas Sebagai Guru Besar 2009-sekarang
6. Kepala Laboratorium Biosistem 2011-2016
7. Pembantu Dekan III Fakultas Pertanian 2011-2015.
8. Anggota Senat Fakultas Pertanian UNSRI 2011-2015
9. Koordinator Fakultas Pertanian UNSRI Palembang 2015-2016
10. Reviewer tingkat Nasional PKM 2005-sekarang
11. Reviewer tingkat nasional Pengabdian Kepada Masyarakat 2010-sekarang
12. Tim teknis untuk mensertifikasi makanan di Badan Ketahanan Pangan Sumsel. 2012-sekarang.
13. Tim PMDSU Pusat 2017-sekarang
14. Direktur Program Pascasarjana Unsri sk. RektorNo. 0760/UN9/Kp/2018. 3 Oktober 2016 – 3 Oktober 2020.
15. Tim Panitia seleksi Calon Direksi PT. AM Kabupaten Muara Enim
16. TimSus Bupati Muara Enim tahun 2021-sekarang
17. Direktur Program Pascasarjana Unsri 2020-2024

E. Pengalaman Penelitian dan Karya Ilmiah 10 Tahun Terakhir

1. Railia Karneta, A. Rejo, Gatot Priyanto, Rindit Pambayun. 2013. Perubahan Nilai Gizi Pempek Lenjer Selama Perebusan. STIPER Sriwigama, Universitas Sriwijaya.
2. Railia Karneta, A.Rejo, Gatot Priyanto, and Rindit Pambayun.2013. The Decrease of Pempek Lenjer Quality Storage at Room Temperature. International Seminar on Climate Change and Food Security, Palembang, South Sumatra – Indonesia..
3. Ginting, E.D, A. Rejo dan Tamaria. Analisis Teknis dan Finansial Sistem Penyimpanan Gabah di Sumatera Selatan. Jurnal Teknik Pertanian Sriwijaya. Vol. 1. No. 1 Hal 1-74. Mei 2012.
4. Sari, F.A, A. Rejo dan Tamaria. Pengaruh Mutu Biji Kopi yang direndam pada berbagai Zat pelarut terhadap Karakteristik Biji Kopi Dekafeinasi. Jurnal Teknik Pertanian Sriwijaya. Vol. 2. No. 1 Hal 1-59. Mei 2013.
5. Oktafandi, M.I, A. Rejo dan Puspitahati. Analisis Kemasan Kopi Dekafeinasi Siap Sedih. Jurnal Teknik Pertanian Sriwijaya. Vol. 2. No. 1 Hal 1-59. Mei 2013.

6. Martiningsih, A. Rejo dan Tamaria. Pengaruh Mutu Biji Kopi dan ekstrak bonggol Nanas terhadap mutu bubuk Kopi Dekafeinasi. *Jurnal Teknik Pertanian Sriwijaya*. Vol. 4. No. 2 Hal 64-126. November 2015 .
7. Railia Karneta, A. Rejo, Gatot Priyanto, Rindit Pambayun. 2014. Divusifitas Panas dan Umur Simpan Pempek Lenjer. *JTEPJurnal Keteknikan Pertanian* Vol. 27 No 2 Oktober 2013..
8. Railia Karneta, A. Rejo, Gatot Priyanto, Rindit Pambayun. 2014. Profil Glatinisasi Formula Pempek Lenjer. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol. 25 No 1 ISSN 2088-8996 No Akreditasi 500/AU2/P2MI-LIPI/08/2012.
9. Railia Karneta, A. Rejo, Gatot Priyanto, Rindit Pambayun. 2015. Pentuan Divusifitas Panas Pempek Lenjer Selama Perebusan Metode Numerik. *Jurnal Agritech* Vol. 35. No. 1 Februari 2015. ISSN 0216-0455 Terakreditasi No. 56/DIKTI/Kep/2012.
10. Rahmaniar, A. Rejo, G. Ptiyanto dan B. Hamzah. 2015. Karakteristik Kompon Karet dengan Menggunakan Ekstrak Kayu Secang, Pasir Kuarsa dan Kulit Kerang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* Volume 25. ISSN 0216-3160 Terakreditasi No.56/DIKTI/Kep/2012 tertanggal 24 Juli 2012.
11. Rahmaniar, A. Rejo, G. Ptiyanto dan B. Hamzah. 2015. Pembuatan Kompon Kompon Karet dengan Menggunakan Pewarna Alami. *Jurnal EDIBLE* Volume ke III Hal 38-45 Juli 2014 No ISSN 2301-4199.
12. A. Rejo, Rizky Tirta Adhyguna dan Hersyamsi. 2017. Pengolahan Daun Nenas Secara Mekanis, Penyambung Serat dengan Polivinil Alkahol dan Pewrnaan untuk Meningkatkan Produksi dan Mutu nenas. Laporan Penelitian Hibah Profesi.Anggaran DIPA Badan Layanan UmumUniversitas Sriwijaya tahun anggaran 2017. No. 042.01.2.400953/2018 tanggal 05 Desember 2017. Sesuai dengan Kontrak Penelitian Unggulan Profesi Universitas Sriwijaya. Nomor: 0006/UN9/SK.LP@M>PT/2018. Tanggal 05 Juni 2017.
13. A. Rejo, Rizky Tirta Adhyguna dan Hersyamsi. 2018. Pengolahan Daun Nenas Secara Mekanis, Penyambung Serat dengan Polivinil Alkahol dan Pewrnaan untuk Meningkatkan Produksi dan Mutu nenas. Laporan Penelitian Hibah Profesi.Anggaran DIPA Badan Layanan UmumUniversitas Sriwijaya tahun anggaran 2018. No. 042.01.2.400953/2018 tanggal 05 Desember 2018. Sesuai dengan Kontrak Penelitian Unggulan Profesi Universitas Sriwijaya. Nomor: 0006/UN9/SK.LP@M>PT/2018. Tanggal 05 Juni 2018.
14. A. Rejo, Rizky Tirta Adhyguna dan Hersyamsi. 2018. Pengolahan Daun Nenas Secara Mekanis, Penyambung Serat dengan Polivinil Alkahol dan Pewrnaan untuk Meningkatkan Produksi dan Mutu nenas. Laporan Penelitian Hibah Profesi.Anggaran DIPA Badan Layanan UmumUniversitas Sriwijaya tahun anggaran 2019. No. 042.01.2.400953/2018 tanggal 05 Desember 2019. Sesuai dengan Kontrak Penelitian Unggulan Profesi Universitas Sriwijaya. Nomor: 0006/UN9/SK.LP@M>PT/2019. Tanggal 05 Juni 2019

15. Yuniar Pratiwi, Amin Rejo, Armina Fariani. Monitoring and prediction land cover in Prabumulih City, South Sumatera Province, Indonesia using land change modeler and multi-temporal satellite data. *Eco. Env. & Cons.* 2021.
16. Y Pratiwi, A Rejo, A Fariani, M Faizal. Source of Carbon Dioxide Emissions Equivalent to PlantBased Control Concept with Dynamic System in Prabumulih City, South Sumatera Province. Sriwijaya International Conference on Earth Science and Environmental Issue IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 810 (2021) 012051 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/810/1/012051
17. Yuniar Pratiwi, Amin Rejo, Armina Fariani, Muhammad Faizal. Modelling for Estimation Carbon Stocks in Land Cover Using A System Dynamic Approach (Case Study: Prabumulih City, South Sumatera, Indonesia). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 28(3), 221–231, December 2022 EISSN: 2089-2063 DOI: 10.7226/jtfrm.28.3.221

2. Anggota Penulis 1

NAMA : Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si
 NIDN : 0024018207
 Tempat & Tanggal Lahir : Dumai, 24 Januari 1982
 Jenis Kelamin : Laki-Laki
 Agama : Islam
 Golongan / Pangkat : Penata / III c
 Jabatan Akademik : Lektor
 Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
 Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Indralaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan, 30662.
 Nomor Telepon : 0711-580664/0711580664
 Alamat Rumah : Jl Perumahan Dosen UNSRI No. 9 LK I RT 002 Kabupaten Ogan Ilir Propinsi Sumatera Selatan 30662
 Nomor Telepon Genggam : 085273343000
 Alamat *e-mail* : rizky_adhiguna@unsri.ac.id
 NIP/NIK : 198201242014041001

3. Anggota Penulis 2

NAMA : Dr. Arjuna Neni Triana, S.TP., M.Si
NIDN : 0024018207
Tempat & Tanggal Lahir : Palembang, 1 Agustus 1971
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Golongan / Pangkat : Penata / III d
Jabatan Akademik : Lektor
Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Indralaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan, 30662.
Nomor Telepon : 0711-580664/0711580664
Alamat Rumah : Jl. Karya Sako Alam Permai Blok B No.2 Lebung Gajah Palembang
Nomor Telepon Genggam : 081367924371
Alamat *e-mail* : arjunanentriana@fp.unsri.ac.id
NIP/NIK : 197108012008012008

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
BIODATA.....	ii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. RANCANG BANGUN ALAT PENYERUT DAUN NENAS.....	8-39
BAB III. ANALISIS TEKNIS ALAT PENYERUT DAUN NENAS TIPE SILINDER.....	40-48
BAB IV. PENYAMBUNGAN SERAT NENAS.....	49-77
BAB V. PENGGUNAAN KOMBINASI ZAT WARNA DAN LAMA PENCELUPAN TERHADAP SIFAT FISIK KUALITAS SERAT NENAS ...	8-100
BAB VI. ANALISIS TEKNIK DAN FINANSIAL ALAT PENYERUT DAUN NENAS SECARA MEKANIS.....	101-114
DAFTAR PUSTAKA	

I. PENDAHULUAN

Buah nenas (*Ananas comosus*) sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, karena selain dapat dimakan sebagai buah segar, juga dapat diawetkan dalam kemasan kaleng atau dibuat dalam bentuk lain seperti sirup, juice, selai, anggur, alkohol serta sebagai bahan baku produk kontrasepsi (Muljohardjo, 1984).

Nenas merupakan tanaman komersial yang penting terutama pada negara beriklim tropik, seperti Hawaii, Thailand, Taiwan, Malaysia, Filipina, Indonesia, India, Australia, Kenya, Afrika Selatan, Puerto Rico, Cuba, Brasil, Meksiko dan Florida (Hartmann, Flocker dan Kofranek, 1981). Proses budi daya tanaman nenas di Indonesia dengan cara intensifikasi yaitu upaya meningkatkan hasil pertanian atau agraris dengan mengolah lahan yang ada dan ekstensifikasi merupakan usaha untuk meningkatkan hasil pertanian dengan memperluas lahan pertanian (Muljohardjo, 1984).

Propinsi Sumatera Selatan adalah salah satu daerah yang cukup berpotensi dalam menghasilkan nenas dan memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan. Nenas adalah buah-buahan yang mendapat prioritas untuk dikembangkan setelah jeruk dan pisang (Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan, 1983). Selanjutnya Kantor Wilayah Departemen Perdagangan Propinsi Sumatera Selatan (1990) menyatakan, bahwa Kabupaten Muara Enim dan Kabupaten Ogan Komering Ilir merupakan daerah sentral produksi tanaman nenas di Sumatera Selatan. Pada tahun 1987 produksi nenas mencapai 86.400 ton dengan areal penanaman seluas 11.553 hektar, tahun 1988 produksinya mencapai 84.872 ton dengan areal penanaman seluas 10.813 hektar dan pada tahun 1989 produksinya mencapai 88.912 ton dengan areal penanaman seluas 11.778 hektar.

Selain buahnya yang menyegarkan, tanaman nenas mempunyai daun yang dapat menghasilkan untuk bahan pembuat kain karena fungsinya sama dengan benang. Pengolahan daun nenas selama ini masih dilakukan dengan cara sederhana yaitu dengan cara diserut menggunakan tenaga manual, terbuat dari bambu dan belum adanya sentuhan teknologi yang baik. Untuk meningkatkan kualitas hasil olahan serat yang berkualitas diperlukan teknologi yang tepat dengan cara merancang alat atau mesin serut nenas yang murah, mudah dalam pengoperasian dan dapat digunakan oleh petani.

A. Budidaya Tanaman Nenas (*Ananas comosus*)

Nenas (*Ananas comosus*) merupakan tanaman buah-buahan tropika basah yang termasuk dalam famili *Bromeliaceae*. Kebanyakan tanaman *Bromeliaceae* bersifat epifit

melekat pada pohon besar, tetapi nenas hidup di tanah, dan tersebar luas baik sebagai tanaman khusus maupun pekarangan di pinggir rumah. Tanaman nenas berbentuk semak dan bersifat tahunan (perennial). Walaupun tanaman ini bukan merupakan tanaman asli Indonesia yakni berasal dari Brazilia, Argentina, dan Paraguay akan tetapi tanaman ini sudah meluas di Indonesia (Sunaryono, 1989).

Menurut Steenis (1978), sistematika botani tumbuhan nenas adalah sebagai berikut:

- Divisi* : *Spermatophyta*
- Sub divisi* : *Angiospermae*
- Kelas* : *Monocotyledonae*
- Ordo* : *Bromeliales*
- Famili* : *Bromeliaceae*
- Genus* : *Ananas*
- Specie s* : *Ananas comosus (L). Merr.*

Tanaman nenas terdiri dari satu batang utama yang mengeluarkan seperangkap daun tipis memanjang dengan tepi yang lebih tipis dan biasanya berduri. Susunan tubuh daun nenas terdiri dari bagian utama meliputi:

1. Akar

Akar tanaman nenas termasuk akar serabut dan akarnya melekat pada pangkal batang. Sistem perakaran tanaman nenas sebagian tumbuh didalam tanah dan sebagian lagi menyebar di permukaan tanah (Rahmat, 1996).

2. Batang

Bentuk batang tanaman nenas mirip gada, berukuran cukup panjang antara 20 - 25 cm atau lebih, tebal 2,0 - 3,5 cm, beruas-ruas (berbuku-buku) pendek. Batang berfungsi sebagai tempat melekat akar, daun, bunga, tunas, dan buah, sehingga secara visual batang tersebut tidak nampak karena dikelilinginya tertutup oleh daun. Tangkai bunga atau buah merupakan perpanjangan batang (Rahmat, 1996).

3. Daun

Daun nenas tumbuh memanjang dan panjangnya sangat bervariasi sekali antara 60 – 150 cm, lebar antara 3- 5 cm atau lebih, pinggir daun ada yang berduri dan ada tanpa duri, permukaan daun sebelah atas halus mengkilap berwarna hijau tua atau merah tua bergaris atau coklat kemerahan. Sedangkan permukaan daun bagian bawah berwarna putih atau perak. Jumlah daun tiap batang 70 - 80 helai yang berbentuk spiral, mengelilingi batang mulai dari bawah keatas arah kanan dan kiri (Rahmat, 1996).

4. Bunga dan Buah

Bunga nenas muncul pada ujung tanaman yang tersusun dalam tangkai yang berukuran relatif panjang antara 7 – 15 cm atau lebih. Tiap tangkai bunga terdiri dari 100 – 200 kuntum bunga yang melekat saling berhimpitan. Sifat pembungaan nenas termasuk menyerbuk silang, tanpa melalui penyerbukan silang buah nenas tidak menghasilkan biji (Rahmat, 1996).

Kumpulan kuntum bunga dengan adanya proses penyerbukan akan menghasilkan kumpulan buah kecil berjumlah 100 - 200 buah. Buah-buah kecil tersebut bergabung menjadi satu dan dihubungkan oleh batang tengah yang disebut hati, sehingga penampakan visual seolah-olahnya hanya satu buah berbentuk bulat dengan bagian ujungnya seperti kerucut (Pracaya, 1982).

5. Biji dan Tunas

Menurut Rahmat (1996), biji nenas berkeping tunggal (*Monocotyledonae*), ukuranya kecil, panjang 3 – 5 mm, lebar 1 – 2 mm, berwarna coklat, kasar, dan liat. Biji dapat dipergunakan sebagai alat perbanyakan tanaman secara generatif. Tiap buah sebelumnya dilakukan penyerbukan buatan berpotensi menghasilkan 6000 – 9000 biji.

Seluruh bagian tanaman nenas dapat menghasilkan tunas, yaitu tunas akar (anakan), tunas batang, tunas tangkai, tunas dasar buah, dan tunas mahkota atau tunas puncak buah. Tunas-tunas tersebut dapat digunakan sebagai alat perbanyakan tanaman nenas secara vegetatif (Rahmat, 1996).

B. Syarat Tumbuh

1. Keadaan Iklim

Menurut Rahardi *et al.*, (1994), tanaman nenas dapat tumbuh di daerah dataran rendah sampai dataran tinggi (pegunungan) sekitar 1.200 meter di atas permukaan laut (dpl). Di daerah tropis seperti di Indonesia, nenas cocok ditanam dan dikembangkan di dataran rendah sampai ketinggian 800 meter dpl dengan keadaan iklim basah maupun kering, baik tipe iklim A, B, C, maupun D, E, F. Tipe iklim A terdapat di daerah amat basah, B (daerah basah), C (daerah agak basah), D (daerah sedang), E (daerah agak kering), dan F (daerah kering). Penyebaran iklim di Indonesia disajikan dalam Tabel 1:

Tabel 1. Penyebaran tipe iklim di Indonesia

Tipe iklim	Daerah peyebaran	Lokasi penyebaran
A + B	Pulau Jawa	* Sebagian besar Jawa Barat
C + D		* Jawa Barat sebelah utara Jawa Tengah dan Jawa Timur
E		* Pantai Bangil-Besuki
A + B	Pulau Sumatera	* Sebagian besar Pulau Sumatera
C		* Pantai utara Aceh
D		* Antara Kutaraja sampai Samalanga
A	Pulau Kalimantan	* Sebagian besar Pulau Kalimantan
B		* Banjarmasin, dan dari pantai Samarinda-Sangkulirang
A + B	Pulau Sulawesi	* Sebagian besar Pulau Sulawesi
C		* Pantai Majene, Pare-pare, Ujung Pandang, p. Buton
		dan Pantai Timur dari Kendari - Teluk Tomini
D		* Pantai Ujung Pandang - Bulukumba, P. Selayar, sekitar Kendari, P. Musa bagian utara, dan sekitar Gorontalo
F		* Lembah Teluk Palu dekat Donggala.
B + C	Pulau Bali	* Sebagian besar Pulau Bali
C	Pulau NTB	* Lombok dan Sumbawa
E + F	Pulau NTT	* Dari Sumba ke Timur
A + B	Pulau Maluku	* Hampir Seluruh Pulau Maluku
C	Pulau Irian Jaya	* P. Buru sebelah Utara, P. Seram sebelah Utara dan sebelah Selatan Sungai Digul.

Sumber : Rahardi *et al.*, 1994.

2. Keadaan Tanah

Hampir semua jenis tanah yang digunakan untuk pertanian cocok untuk tanaman nenas. Meskipun demikian, jenis tanah yang paling cocok untuk berkebun nenas adalah tanah yang mengandung pasir, keadaanya subur, banyak mengandung bahan organik dan reaksi tanahnya pada PH 5,5. Hal yang penting diperhatikan dalam pemilihan lahan

adalah tanahnya tidak mudah becek (menggenang), aerasinya baik dan kandungan kapurnya rendah (Haryanto dan Hendarto, 1996). Tanah yang banyak mengandung kapur dapat menyebabkan tanaman nenas tumbuh kerdil dan klorosis. Sebaliknya, tanah yang asam ($PH < 4,5$) sering terjadi penurunan unsur Fosfor, Kalium, Belerang, Kalsium, Magnesium, dan Molibdium dengan cepat (BIP Lembang, 1994).

C. Konsepsi Serat Daun Nenas

Serat daun nenas yang ditenun menjadi kain atau tekstil memiliki beberapa syarat. Menurut Proyek Peningkatan dan Perlindungan Konsumen (1987) dalam Azmi (2004), ukuran panjang serat relatif jauh lebih besar bila dibandingkan dengan ukuran lebarnya. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan sifat yang fleksibel supaya serat dapat dipintal menjadi benang. Berikut ini syarat-syarat serat daun nenas yang ditenun menjadi bahan tekstil.

1. Kekuatan Benang

Kekuatan benang atau serat biasanya dinyatakan dalam gram perdenier. Denier adalah berat dalam gram dari serat sepanjang 900 m. Kekuatan serat dalam waktu kering harus lebih baik atau lebih besar dari 1,2 gr/denier. Kekuatan merupakan sifat yang penting dari serat karena dalam proses pemintalan maupun dalam proses pertenenan diperlukan serat yang tahan terhadap tarikan-tarikan yang cukup kuat, sehingga pada akhir proses tersebut akan dihasilkan bahan tekstil yang cukup kuat.

2. Elastisitas

Elastisitas serat yaitu kemampuan untuk kembali kepanjang semula setelah diadakan penarikan-penarikan. Pada serat yang akan dipakai menjadi bahan tekstil harus mempunyai elastisitas yang baik, dan mulur pada saat putus minimal 10 %, sehingga mempunyai stabilitas dimensi yang baik dan tahan kusut.

3. Daya Serap

Daya serap mempunyai batas tertentu dan tiap-tiap serat mempunyai daya serap yang berbeda-beda. Daya serap ini selain dipengaruhi kekuatan daya serap itu sendiri juga dipengaruhi oleh suhu udara dan kelembapan relatif. Untuk mengetahui kadar air yang diserap oleh serat dilakukan pada kondisi standar yaitu kelembapan 65 % dan suhu $27^{\circ}C$. Serat yang banyak menyerap air biasanya lebih enak dipakai, sebab dapat merubah keadaan yang mendadak (dari dingin ke panas atau sebaliknya).

4. Kehalusan Serat

Kehalusan serat ditentukan oleh luas permukaan. Serat yang baik memiliki permukaan yang besar sehingga dapat menahan udara dalam kain. Serat yang baik memiliki daya isolasi yang baik.

5. Berat Jenis

Serat yang baik memiliki berat jenis yang rendah, karena memiliki daya penutup yang baik, meskipun drafingnya kurang baik. Disamping sifat-sifat serat tersebut diatas, serat sebagai bahan dasar tekstil yang baik harus memiliki sifat sebagai berikut :

1. Berwarna putih
2. Tahan terhadap sinar matahari
3. Tidak mudah terbakar dan tidak mudah meneruskan pembakaran
4. Mudah dicuci, tetapi tidak rusak dalam pencucian
5. Murah dan jumlahnya cukup banyak

D. Proses Pengolahan Daun Nenas

Proses pengolahan daun nenas menjadi serat daun nenas dengan menggunakan alat penyerut daun nenas tipe silinder secara mekanis mempunyai beberapa tahap seperti berikut:

1. Penyediaan Bahan Baku

Pada Pembuatan serat nenas ini bahan bakunya adalah daun nenas atau pelepah nenas. Daun nenas bentuknya panjang dan runcing, pada tepi dan ujungnya biasanya berduri, ada juga jenis daun nenas yang tepi daunnya tidak berduri, tebal seperti bertulang. Penggunaan daun nenas untuk dijadikan serat nenas tidak tergantung pada jenis nenas yang ditanam, karena yang dibutuhkan adalah daun nenas yang merupakan limbah dari tanaman nenas.

Menurut Wee dan Thongtham (1991), tanaman nenas dalam pertumbuhannya dan perkembangannya membentuk suatu roset yang lambat laun daun-daunnya yang lebih besar mencapai ukuran yang mencerminkan keadaan pertumbuhan normal. Setelah itu ukuran daun konstan dan jika meristem, pucuknya telah menghasilkan 70 – 80 lembar daun dengan kecepatan satu lembar dan perminggu selama periode pertumbuhan yang cepat itu. Jadi kebutuhan akan daun nenas atau pelepah nenas akan tersedia selama tanaman nenas tersebut ditebang.

2. Pembersihan Daun Nenas

Daun nenas harus dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran seperti tanah yang lengket, jaring-jaring, setelah itu dikeringkan. Duri yang ada pada tepi dan ujung daun sebelum dilakukan penyerutan harus dibuang. Tujuan dari pembersihan duri dari daun nenas adalah agar penyerutan daun nenas lebih mudah dan lebih aman. Duri tersebut dibersihkan dengan alat pembersih duri seperti parang yang panjang dan juga dapat menggunakan pisau.

3. Penyerutan Daun Nenas

Penyerutan daun nenas dilakukan dengan menggunakan alat penyerutan daun nenas tipe silinder. Daun nenas yang sudah bersih tadi diletakkan di atas meja landasan berjumlah 5 helai daun nenas dan dijepit pangkal dan ujungnya. Setelah daun nenas dijepit maka motor dihidupkan dan silinder yang mempunyai pisau berputar dan meja landasan bergerak maju mundur. Kita mengamati daun nenas tersebut dan setelah lapisan atas terkelupas dan tinggal lapisan dalamnya maka kita matikan motor dan melepaskan jepitan tadi dan kita mengambil serat daun nenas pakai tangan, karena serat ini sangat halus dan tipis maka serat ini mudah patah dan putus.

4. Pencucian Serat Nenas

Serat daun nenas yang diambil dari daun nenas selanjutnya dicuci di air bersih agar serat tersebut mengkilap, bersih dari lendir dan menghilangkan getah yang ada pada serat nenas tersebut. Setelah pembersihan serat tersebut maka serat dikeringkan selama kurang lebih

II. RANCANG BANGUN ALAT PENYERUT DAUN NENAS

A. Sumber Tenaga

Sumber tenaga yang umum digunakan dalam bidang pertanian terdiri dari tenaga manusia, ternak, angin, air, listrik dan motor listrik. Sumber tenaga lain yang dapat digunakan dan masih dalam taraf pengembangan adalah tenaga sinar matahari dan atom. (Daywin et al., 1984 dan Hardjosentono et al., 1985). Cara penggunaan tenaga tersebut dapat digunakan sebagai tenaga untuk menarik beban maupun sebagai tenaga untuk memutar beban (Daywin et al., 1984).

1. Tenaga Manusia

Menurut Daywin et al. (1984), kemampuan manusia bekerja menggunakan tenaga fisik, menurut hitungan dapat menghasilkan tenaga 0,083 HP sampai 0,10 HP. Tenaga manusia dapat digunakan untuk pekerjaan mendorong, menarik, memutar engkol dan sebagainya.

2. Tenaga Listrik

Menurut Siregar (1987), sumber tenaga listrik sangat dibutuhkan untuk menggerakkan peralatan pertanian. Sumber tenaga listrik tersebut dapat dikonversikan menjadi tenaga gerak (mekanis) dengan menggunakan motor listrik.

Menurut Fitzgerald et al. (1971) dan Neidle (1985), motor listrik adalah salah satu sumber tenaga mekanis penting yang digerakkan dengan listrik. Prinsip kerjanya adalah berdasarkan pergerakan medan magnetik, kemudian medan magnetik saling berinteraksi menghasilkan tenaga mekanik.

Menurut Daywin et al. (1984), motor listrik sebagai tenaga penggerak memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, yaitu konstruksi sederhana dan kompak, ringan per HP, mudah dirawat, mudah dihidupkan, tidak berisik, tenaganya konstan dan cocok untuk kebutuhan tenaga yang bervariasi.

Berdasarkan hal tersebut, maka sumber tenaga penggerak yang digunakan untuk mengoperasikan alat penyerut daun nenas yang dirancang adalah tenaga listrik.

B. Penyaluran Tenaga

1. Dasar Pemilihan Penyalur Tenaga

Menurut Daryanto (1988), perpindahan putaran adalah memindahkan daya dari sumbu yang berputar kepada sumbu lain, baik secara tegak lurus, bersilang maupun perubahan jumlah kecepatan yang berputar.

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan terjadinya transmisi daya secara langsung. Oleh sebab itu untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros yang lain dapat digunakan sabuk dan rantai yang dibelitkan di sekeliling puli pada poros (Sularso dan Suga, 1987).

Keuntungan penggunaan sistem penyaluran tenaga dengan menggunakan puli dan sabuk adalah mudah penanganannya, sederhana konstruksinya, mudah untuk mendapatkan perbandingan putaran yang diinginkan, bekerjanya lebih halus dan harganya relative murah (Sularso dan Suga, 1987).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka sistem penyaluran tenaga yang dipilih untuk alat penyerut daun nenas yang dirancang adalah menggunakan transmisi sabuk-v.

2. Macam-macam Penyaluran Tenaga

Menurut Daywin et al., (1984), suatu mesin atau alat terdiri dari beberapa bagian yang digunakan untuk menyalurkan tenaga. Penyaluran tenaga umumnya dilakukan oleh sabuk, rantai, roda gigi, puli dan poros.

Terdapat tujuh macam type sabuk yang digunakan saat ini yaitu : 1) round belt, 2) flat belt, 3) v-belt, 4) banded V-belt, 5) linked V-belt, 6) timing belt dan 7) v-ribbed belts (Jhon Deere, 1980).

3. Tata Cara Merencanakan Penyalur Tenaga

Untuk merencanakan rangkaian sistem transmisi sabuk-v yang menentukan jenis penampang sabuk-v yang akan digunakan, haruslah diketahui dulu daya dan kecepatan putaran poros yang akan ditransmisikan serta perbandingan transmisinya (Sularso dan Suga, 1987). Daya yang akan ditransmisikan dikalikan dengan factor koreksi (fc) tertera pada Lampiran 3, akan menghasilkan daya rencana (Pd). Menurut Creamer (1984) pengurangan rpm dapat dilakukan dengan merubah diameter puli yang digunakan. Semakin besar diameter puli, maka akan semakin kecil rpm yang dihasilkan yang ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : n = kecepatan putar (rpm)

D = diameter puli (m)

Menurut Sularso dan Suga (1987), perhitungan dilanjutkan dengan menentukan momen puntir rencana (T), yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$T = 9,74 \times 10^5 \left(\frac{Pd}{n} \right) \dots\dots\dots (2)$$

- Keterangan : T = Momen puntir rencana (kg.mm)
 Pd = daya rencana (kW)
 n = Kecepatan putaran poros (rpm)

Berdasarkan bahan poros yang digunakan dapat diketahui kekuatan tariknya (Tb), dan kemudian besarnya tegangan geser yang diijinkan (ta) dapat diketahui dengan persamaan :

$$Ta = \frac{Tb}{(Sf_1 \times Sf_2)} \dots\dots\dots (3)$$

- Keterangan : Ta = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm²)
 Tb = Kekuatan tarik poros (kg/mm²)
 Sf_1 = Faktor keamanan poros terhadap kelelahan beban puntir yang nilainya antara 5,6 sampai 6,0.
 Sf_2 = Faktor keamanan poros terhadap pemberian alur pasak, poros bertangga dan kekasaran permukaan yang nilainya antara 1,3 sampai 3,0.

Sedangkan untuk menentukan diameter poros (ds) (tertera pada Lampiran 7) dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$ds = \left(\frac{5,1}{Ta} \times Kt \times Cb \times T \right)^{1/3} \dots\dots\dots (4)$$

- Keterangan : ds = Diameter poros (mm)
 Ta = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm²)
 Kt = Faktor keamanan poros terhadap momen puntir yang nilainya 1,0 sampai 1,5 untuk sedikit kejutan atau tumbukan dan 1,5 sampai 3,0 untuk kejutan atau tumbukan besar.
 Cb = Faktor keamanan poros terhadap beban lentur yang nilainya 1,2 sampai 2,3 jika diperkirakan akan terjadi beban lentur dan 1,0 jika diperkirakan tidak terjadi beban lentur.
 T = Momen puntir rencana (kg.mm)

Untuk menentukan jarak sumbu poros (C) sebaiknya sebelum menentukan jarak sumbu poros (C), panjang keliling sabuk-v (L) yang tersedia di pasaran diamati dulu. Setelah panjang keliling sabuk-v (L) diketahui, jarak sumbu poros (C) (tertera pada Lampiran 7) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp - dp)^2}}{8} \dots\dots\dots (5)$$

- Keterangan :
- b = $2L - 3,14(Dp + dp)$
 - C = Jarak sumbu poros (mm)
 - Dp = Diameter puli roda gigi penggerak (mm)
 - dp = Diameter puli motor listrik (mm)
 - L = Panjang keliling sabuk-v (mm)

C. Kapasitas dan Efisiensi Kerja

Menurut Irwanto (1983), kapasitas kerja suatu mesin atau alat adalah kemampuan kerja mesin atau alat tersebut untuk memberikan hasil (hektar, kilogram, liter) persatuan waktu. Jadi dapat diasumsikan bahwa kapasitas kerja alat penyerut daun nenas yang dirancang adalah kemampuan kerja alat untuk menghasilkan sejumlah serutan daun nenas dengan bentuk, ukuran dan berat tertentu persatuan waktu. Menurut Lubis et al. (1987), kapasitas kerja suatu mesin atau alat terdiri dari kapasitas kerja teoritis dan kapasitas kerja efektif. Kapasitas teoritis adalah kemampuan maksimum suatu alat atau mesin untuk menyelesaikan pekerjaannya dengan menggunakan factor-faktor maksimum yang berpengaruh terhadap pekerjaannya. Sedangkan kapasitas kerja efektif adalah kemampuan kerja yang sebenarnya suatu mesin atau alat untuk menyelesaikan pekerjaannya. Untuk mengetahui kapasitas efektif alat penyerut digunakan rumus sebagai berikut :

$$K.E = \frac{\text{Jumlah daun nenas yang diserut (g)}}{\text{Lama waktu penyerutan (dt)}} \dots\dots\dots (6)$$

$$K.E = \text{Kapasitas efektif alat } \left(\frac{g}{dt}\right)$$

Secara teoritis dapat diperoleh persamaan matematik untuk menentukan kapasitas teoritis alat dengan menggunakan persamaan :

$$K.T = \frac{A \times s \times n \times N \times \rho \times F}{h \times t_d \times p_d} \dots\dots\dots (7)$$

- Keterangan :
- $K.T$ = kapasitas teoritis $\left(\frac{\text{gram}}{\text{menit}}\right)$
 - A = luas bidang penyerutan mata pisau (cm^2)
 - s = panjang penyerutan pertama kali (cm)
 - n = jumlah mata pisau (buah)

- N = kecepatan putaran permenit ($\frac{put}{menit}$)
- ρ = massa jenis daun nenas ($\frac{gram}{cm^3}$)
- F = gaya yang diperlukan (N)
- h = kekerasan daun nenas ($\frac{N}{cm^2}$)
- t_d = tebal daun nenas (cm)
- p_d = panjang daun nenas (cm)

Menurut Daywin et al. (1983) efisiensi kerja alat ditentukan dengan membandingkan antara kapasitas kerja efektif terhadap kapasitas kerja teoritis yang dinyatakan dalam persen (%) adalah :

$$Efisiensi = \frac{Kapasitas\ efektif\ alat}{Kapasitas\ teoritis\ alat} \times 100\ \% \quad \dots\dots\dots (8)$$

D. Pendekatan Rancangan

1. Kriteria Rancangan

Alat penyerut daun nenas yang terbuat lambat dalam proses pengerjaannya. sehingga perlu dibuat alat penyerut yang mempunyai kapasitas dan efisiensi yang tinggi. Alat penyerut daun nenas secara mekanis memiliki bentuk sederhana, bahan mudah didapat serta memiliki umur ekonomi yang cukup lama. Sumber tenaga yang digunakan adalah tenaga listrik (motor listrik).

2. Rancangan Fungsional

Alat penyerut daun nenas secara mekanis terdiri dari: 1) silinder dan alat penyerut, 2) kerangka utama, 3) landasan penyerut, 4) sistem transmisi tenaga, 5) rel landasan, 6) sistem penggerak landasan, 7) sistem penahan, 8) sistem pengangkat, 9) penjepit.

a. Kerangka Utama

Kerangka utama berfungsi sebagai penopang alat kerangka ini harus mampu menahan gaya yang terjadi akibat pembebanan akibat adanya sistem transmisi melalui poros yang terdapat pada alat penyerut.

b. Alat Penyerut

Alat penyerut berupa pisau berfungsi untuk menyerut daun nenas. Daun nenas diletakkan di permukaan landasan dan kemudian dijepit dengan menggunakan alat penjepit. Pisau yang digunakan ada empat buah yang dipasang di sisi-sisi silinder.

Silinder digerakkan oleh motor listrik sehingga berputar dan dapat menyerut daun-daun nenas yang berada dibawahnya.

c. Sistem Transmisi Tenaga

Sistem transmisi tenaga pada alat penyerut berfungsi untuk menyalurkan tenaga dan juga untuk merubah jumlah putaran dari perbedaan putaran motor penggerak atau motor listrik dengan putaran silinder penyerut.

d. Sistem Penggerak Landasan

Sistem penggerak landasan berfungsi untuk menggerakkan landasan. Landasan dapat bergerak karena disisi bagian bawah landasannya dilengkapi dengan gigi datar sehingga gigi datar tersebut dibuat bersentuhan dengan roda gigi yang ada dibawahnya. Sistem penggerak landasan ini digerakkan dengan tenaga manusia (engkol).

e. Landasan Penyerut

Landasan penyerut berfungsi sebagai tempat meletakkan daun nenas agar dapat diserut oleh silinder penyerut yang dilengkapi dengan pisau. Landasan penyerut dilengkapi penjepit untuk menjepit daun nenas agar tidak lepas pada waktu akan diserut. Alat ini juga dilengkapi dengan roda-roda agar landasan tersebut dapat berjalan.

f. Rel Landasan

Rel landasan berfungsi sebagai tempat jalannya roda sehingga landasan tersebut dapat berjalan dan kembali seperti semula.

g. Sistem Penahan

Sistem penahan berfungsi sebagai penahan rel landasan yang ada di atas agar selama dalam proses penyerutan, rel landasan selalu dalam keadaan setimbang. Sistem penahan juga dilengkapi sistem pengangkat lainnya berupa baut sebagai pengangkat tambahan yang dapat didorongkan ke atas sehingga bersentuhan dengan rel landasan dan rel landasan dapat bergerak naik turun.

h. Sistem Pengangkat

Sistem pengangkat berfungsi untuk mengangkat landasan, rel landasan dan sistem penggerak, digerakkan dengan tenaga manusia (engkol).

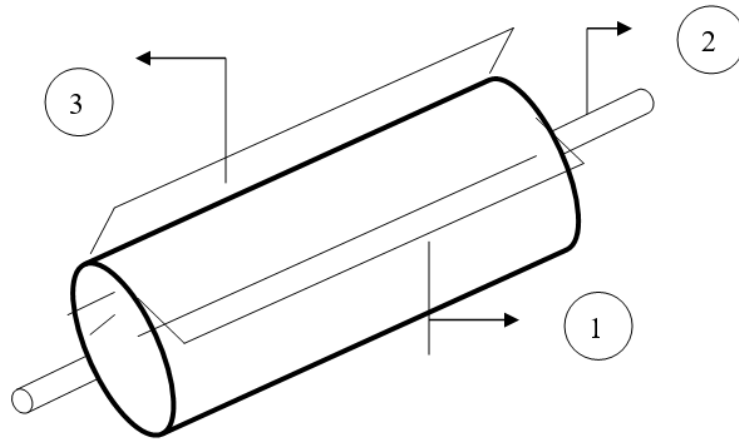
i. Penjepit

Penjepit berfungsi untuk menjepit daun nenas yang ada di permukaan landasan agar tidak lepas pada waktu akan diserut. Penjepit yang dibuat harus kuat agar daun-daun nenas tidak lepas pada waktu akan diserut.

2. Rancangan Struktural

a. Silinder dan Alat Penyerut

Silinder terbuat dari pipa besi (bulat). Silinder penyerut dibuat dengan berdiameter 14 cm dengan panjang silinder adalah 25 cm. Silinder secara langsung menempel as dengan cara di las. Pisau digunakan untuk menyerut daun-daun nenas. Pada alat ini digunakan empat pisau yang dipasang di sisi-sisi silinder penyerut. Pisau-pisau itu terbuat dari bahan baja dan mempunyai ukuran dengan panjang 25 cm, lebar 6 cm, tebal 0,3 cm.

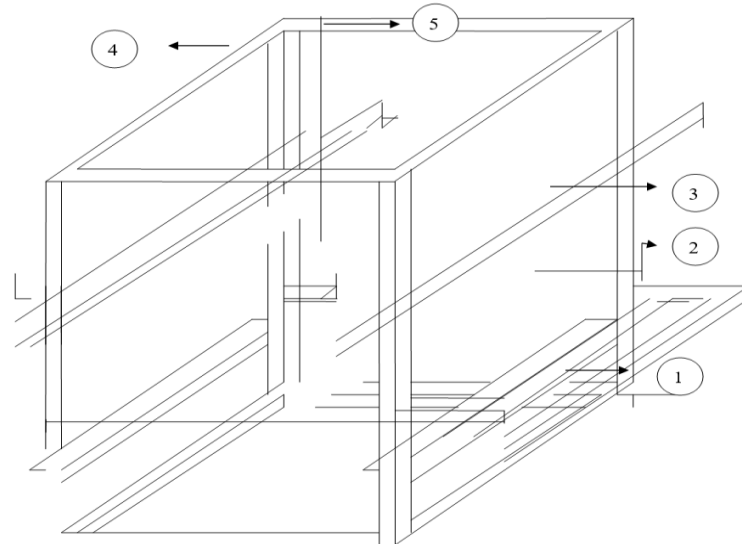


Keterangan : 1. silinder penyerut
2. batang poros (as)
3. pisau

Gambar 1. Silinder dan Alat Penyerut

b. Kerangka Utama

Kerangka utama keseluruhan bahannya terbuat dari besi siku. Sedangkan beberapa bagian lainnya terbuat dari baja dan besi. Penyambungan antar bagian pada kerangka utama dilakukan dengan cara las. Kerangka utama yang dirancang berbentuk persegi panjang berukuran dengan panjang 46 cm, lebar 41 cm dan tinggi 67 cm.

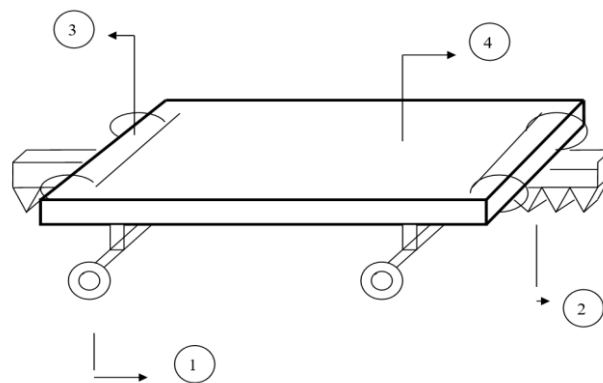


- Keterangan :
1. tempat meletakkan motor listrik
 2. tempat meletakkan komponen alat pengangkat
 3. tempat jalannya landasan
 4. tempat meletakkan silinder dan alat penyerut
 5. tempat untuk memasang baut dan mur pengangkat

Gambar 2. Kerangka Utama

c. Landasan Penyerut

Landasan penyerut tempat meletakkan daun nenas terbuat dari pelat besi yang tebal. Ukuran landasan dengan panjang 45 cm, lebar 33,5 cm, dan tebal 0,615 cm.



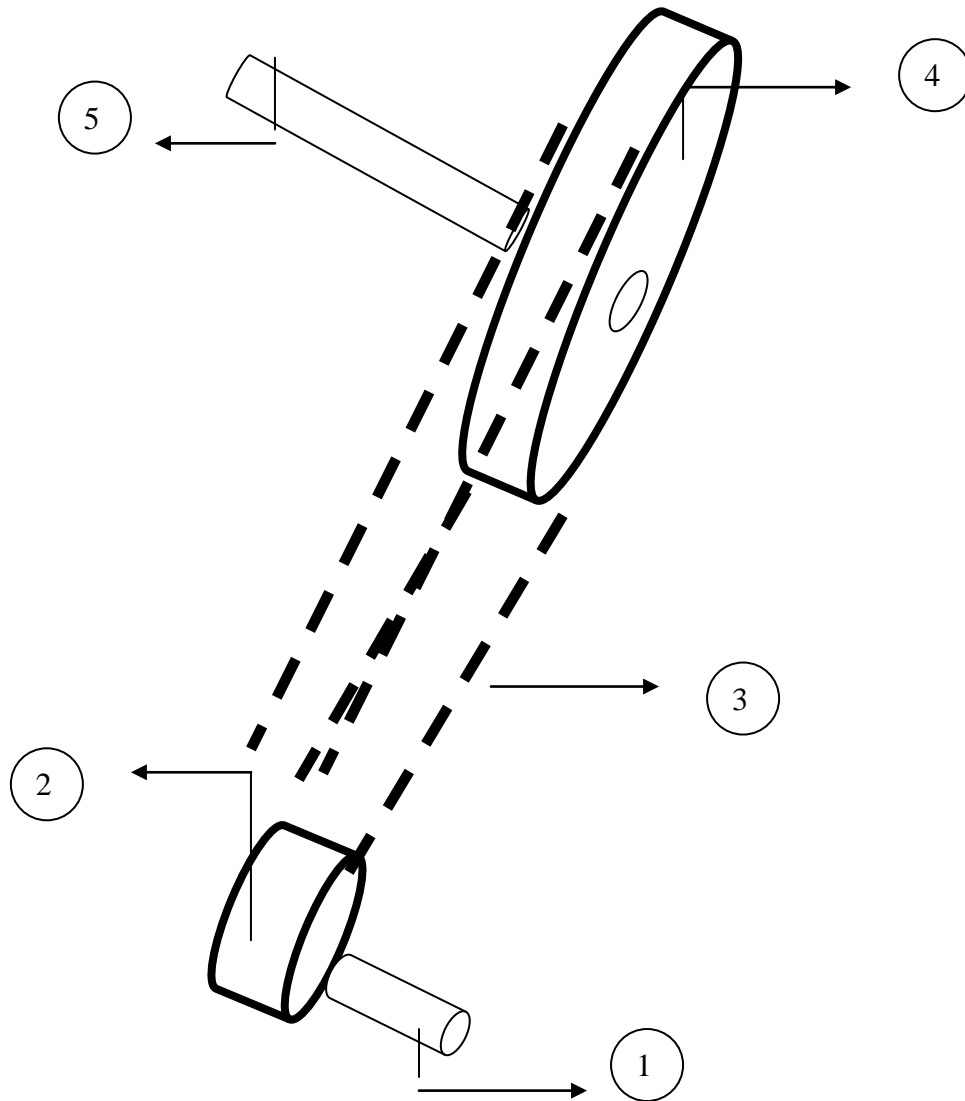
- Keterangan :
1. roda
 2. gigi datar
 3. penjepit
 4. landasan penyerut

Gambar 3. Landasan Penyerut

d. Sistem Transmisi Tenaga

Sistem transmisi digunakan untuk menyalurkan tenaga serta mengubah putaran dari motor listrik sebagai tenaga penggerak ke silinder penyerut yang digerakkan. Sistem transmisi yang digunakan adalah puli dan v-belt. Ukuran puli kecil yang terdapat

di poros motor listrik berdiameter 8 cm, sedangkan ukuran puli besar yang terdapat di poros silinder penyerut berdiameter 46 cm. Puli besar terbuat dari besi biasa, sedangkan puli kecil terbuat dari aluminium. V-belt yang digunakan terbuat dari karet.

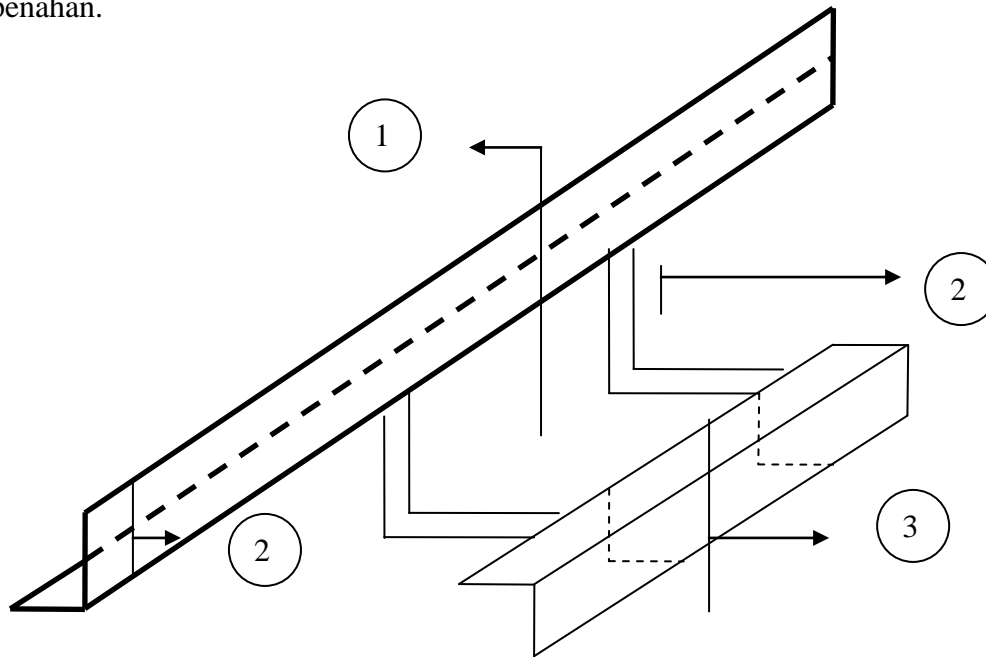


- Keterangan :
1. poros motor listrik
 2. puli kecil
 3. v-belt
 4. puli besar
 5. batang poros (as)

Gambar 4. Sistem Transmisi

e. Rel Landasan

Rel landasan yang digunakan sebagai tempat berjalannya landasan terbuat dari besi siku mempunyai ukuran dengan panjang 100 cm. Rel landasan diletakkan di kedua rusuk kerangka utama yang ditahan oleh sistem penahan berupa besi siku yang berada dibawahnya dengan bantuan empat buah baut dan mur yang dipasang dibawah sistem penahan.

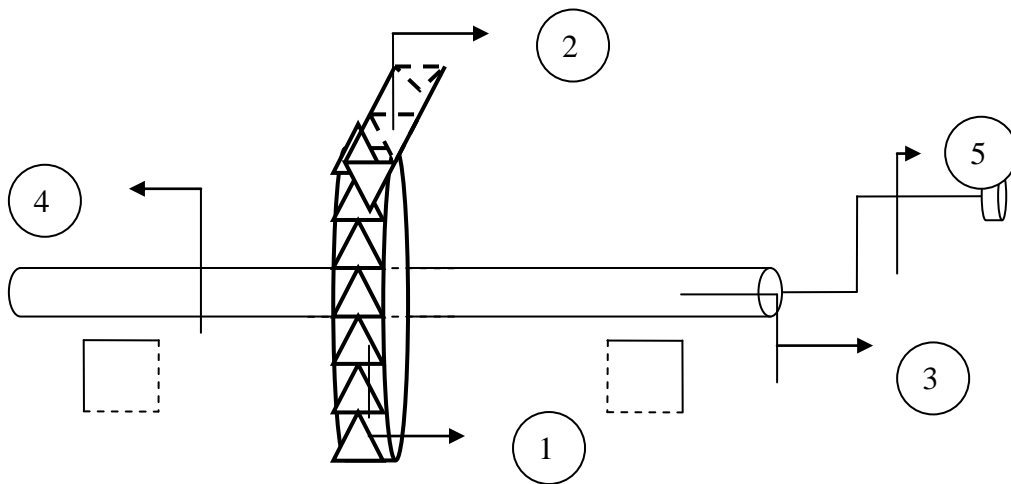


- Keterangan :
1. rel landasan
 2. mur tempat untuk menaikkan dan menahan baut dari bawah ke atas
 3. tempat bearing sistem penggerak landasan
 - 4.

Gambar 5. Rel Landasan

f. Sistem Penggerak Landasan

Sistem penggerak landasan menggunakan gigi datar yang terletak di bawah landasan yang bersentuhan dengan roda gigi yang berada dibawahnya. Untuk menggerakkan landasan digunakan engkol yang digerakkan secara manual dengan menggunakan tangan. Gigi datar yang digunakan terbuat dari besi biasa dengan ukuran panjang 52 cm, lebar 1,9 cm, dan tinggi 2,4 cm. Sedangkan roda gigi terbuat dari besi biasa mempunyai ukuran yang berdiameter 17,5 cm dan tebal roda gigi 1,5 cm.

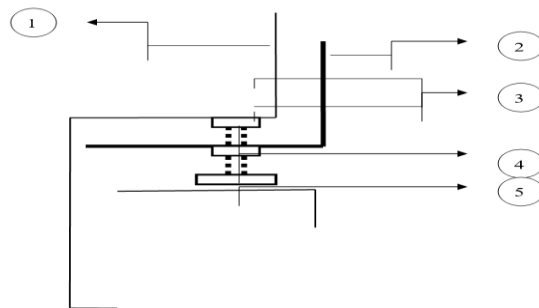


- Keterangan :
1. roda gigi
 2. gigi datar
 3. tempat bearing
 4. batang poros (as)
 5. engkol
 - 6.

Gambar 6. Sistem Penggerak Landasan

g. Sistem Penahan

Sistem penahan digunakan untuk menahan rel landasan yang ada di atasnya dengan mempergunakan empat buah baut yang dipasang di ujung besi siku sistem penahan. Kemudian baut-baut itu digerakkan ke atas untuk menaikkan rel landasan serta mur-murnya digunakan sebagai penahan. Sistem penahan terbuat dari besi siku mempunyai ukuran dengan panjang 90 cm.

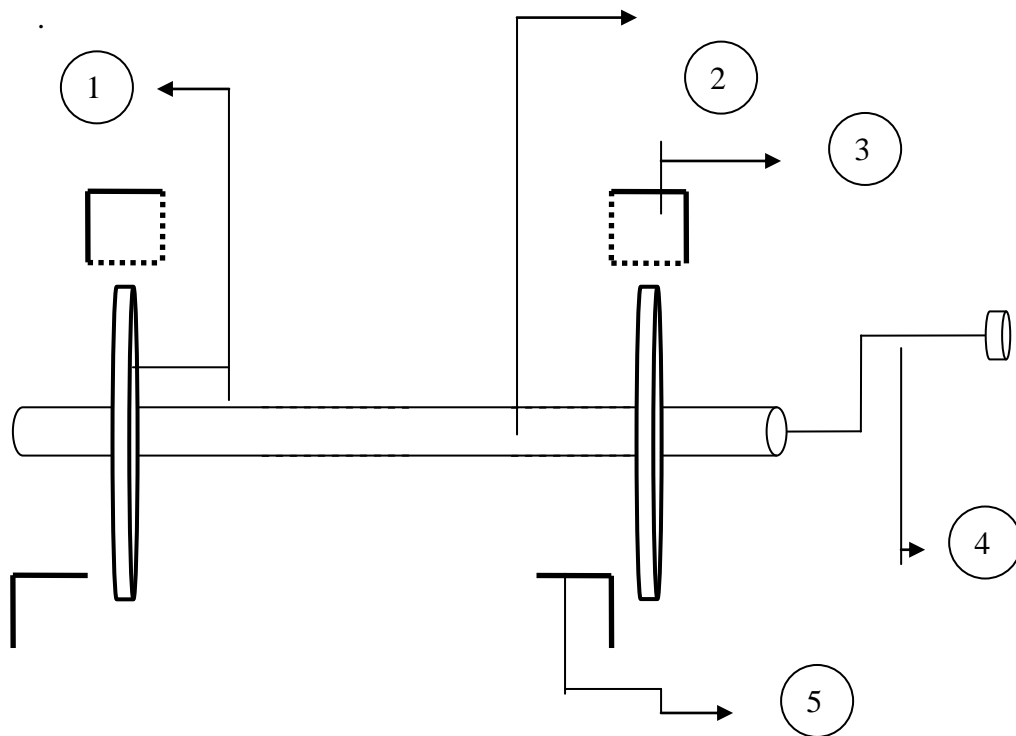


- Keterangan :
1. rel landasan
 2. sistem penahan/siku penahan
 3. mur penahan
 4. baut untuk menaikkan rel landasan
 5. tempat bearing

Gambar 7. Sistem Penahan

h. Sistem Pengangkat

Sistem pengangkat digunakan untuk mengangkat beberapa bagian kerangka utama seperti landasan, rel landasan dan sistem penggerak. Sistem pengangkat ini dilengkapi dengan dua buah piringan pelat besi. Setiap piringan pelat besi itu dibuat dua ukuran diameter yang berlainan, yang pertama setengah diameternya berukuran 17 cm, sedangkan yang kedua setengah diameternya berukuran 16 cm

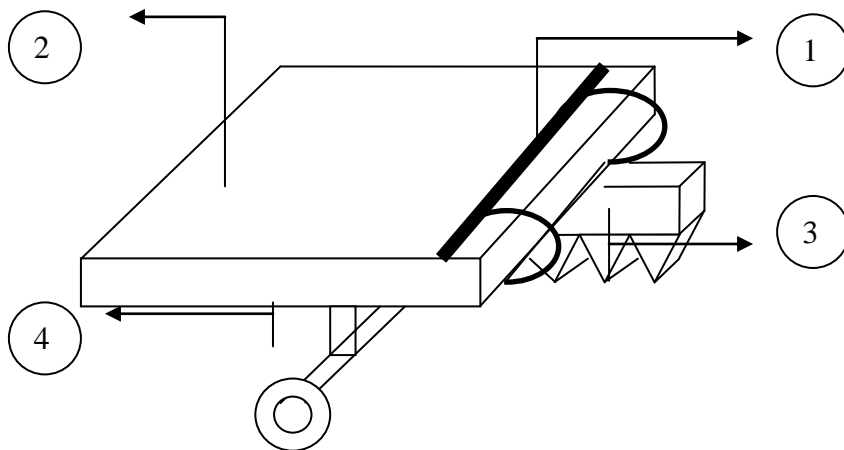


- Keterangan :
1. piringan pelat besi
 2. batang poros (as)
 3. besi siku (bagian daerah yang diangkat)
 4. engkol
 5. besi siku tempat bearing

Gambar 8. Sistem Pengangkat

i. Penjepit

Penjepit digunakan untuk menjepit kedua ujung daun nenas agar tidak bergerak pada waktu diserut. Penjepit terbuat dari bahan Steinlist mempunyai ukuran dengan panjang 24,5 cm yang diletakkan di kedua ujung landasan.



- Keterangan :
- 1. penjepit
 - 2. landasan penyerut
 - 3. gigi datar
 - 4. roda

Gambar 9. Penjepit

E. Analisis Teknis

A. Jumlah Putaran

Menurut Creamer (1984) pengurangan rpm dapat dilakukan dengan merubah diameter puli yang digunakan. Semakin besar diameter puli, maka akan semakin kecil rpm yang dihasilkan yang ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (9)$$

- Keterangan :
- n = kecepatan putar (rpm)
 - D = diameter puli (m)

Dari hasil perhitungan (tertera pada Lampiran 8), perbandingan jumlah putaran yang dihasilkan pada silinder penyerut daun nenas adalah : 250,43 rpm

2. Analisis Gaya

Menurut Sears dan Zemansky (1985), gaya untuk memutar benda putar adalah gaya tangensial yang bekerja pada benda tersebut. Untuk memutar benda diperlukan gaya putar dengan rumus :

$$F = m \cdot a_t \dots\dots\dots (10)$$

- Keterangan :
- F = Gaya untuk memutar benda (N)
 - m = Beban benda yang diputar (kg)
 - a_t = Percepatan tangensial puli yang digerakkan

$$\left(\frac{m}{dt^2}\right)$$

Dari hasil perhitungan yang tertera pada Lampiran 9, gaya yang dibutuhkan untuk memutar puli dari motor ke silinder penyerut adalah : $0,3 \text{ kg } \frac{m}{dt^2}$ dan $0,0556 \text{ kg } \frac{m}{dt^2}$.

3. Sudut Kontak Puli Terhadap Sabuk-V

Menurut Khurmi dan Gupta (1982), sudut kontak puli terhadap sabuk dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\sin \theta = \frac{r_1 - r_2}{d} \dots\dots\dots (11)$$

- Keterangan :
- r_1 = jari-jari puli besar (m)
 - r_2 = jari-jari puli kecil (m)
 - d = jarak kedua puli (m)
 - θ = sudut kontak puli terhadap sabuk (radian)

Hasil perhitungan pada Lampiran 10, sudut kontak sabuk-V terhadap puli pada motor listrik dan poros pada silinder masing-masing adalah : $0,3373 \text{ rad}$

4. Analisis Kecepatan Keliling Sabuk-V

Menurut Suryanto (1991), untuk menghitung kecepatan keliling sabuk digunakan rumus :

$$V = \frac{\pi \times dp \times N}{60} \dots\dots\dots (12)$$

- Keterangan :
- V = kecepatan keliling sabuk ($\frac{m}{dt}$)
 - π = bilangan konstanta (3,14)
 - dp = diameter puli (m)
 - N = kecepatan putar puli (rpm)

Hasil perhitungan pada Lampiran 11, kecepatan keliling sabuk yang menghubungkan puli pada poros pada motor listrik ke puli pada poros silinder adalah :

$$6,02868 \frac{m}{dt} \text{ atau } 6,0288 \frac{m}{dt} .$$

5. Analisis Kebutuhan Daya

Menurut Sunaryo, (1995) kebutuhan daya pada benda putar menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{\text{Kerja (Joule)}}{\text{Waktu (Detik)}} = \frac{F 2 \pi r n}{60} \dots\dots\dots (13)$$

$$\text{Kerja (Joule)} = F 2 \pi r n$$

Keterangan : P = daya yang dibutuhkan untuk memutar puli yang digerakkan (watt).

F = gaya pada puli yang digerakkan ($\text{kg} \frac{m}{dt^2}$)

π = bilangan konstanta (3,14)

r = jari-jari puli digerakkan (m)

n = putaran per menit

Hasil perhitungan pada lampiran 9, total kebutuhan daya untuk memutar silinder adalah : $1,8 \cdot 10^{-3}$ kW atau $2,4 \cdot 10^{-3}$ hp dan $0,1 \cdot 10^{-3}$ kW atau $0,134 \cdot 10^{-3}$ hp.

6. Analisis Kekuatan Bahan

Menurut Suganda (1983) dan Martin (1990), untuk menganalisis kekuatan bahan suatu elemen mesin haruslah diketahui dulu gaya yang akan bekerja dan tegangan yang ditimbulkan. Menurut Niemann (1986), berdasarkan pertimbangan tegangan yang akan terjadi pada elemen mesin, bahan yang dipilih sebagai elemen mesin sebaiknya memiliki tegangan yang diijinkan lebih besar dari tegangan yang akan terjadi pada elemen mesin. Dengan dipilihnya bahan elemen mesin berdasarkan pertimbangan tersebut diharapkan elemen mesin cukup kuat untuk mengatasi gaya dan tegangan yang akan terjadi.

Pada alat penyerut daun nenas yang akan dirancang, komponen yang dianalisis kekuatannya adalah poros. Poros merupakan elemen mesin atau alat terpenting yang sangat berperan terhadap bekerjanya mesin atau alat. Komponen lainnya, seperti pisau penyerut, puli dan sabuk-v, rangka dan lain-lain diperkirakan cukup kuat. Analisis kekuatan poros diperlukan untuk menentukan tegangan geser maksimum yang bekerja padanya dengan diketahuinya tegangan tersebut, bahan poros yang digunakan dapat ditentukan, yaitu bahan poros yang memiliki tegangan geser yang diijinkan lebih besar dari tegangan geser maksimum yang bekerja padanya.

Menurut Timoshenko (1986), persamaan yang digunakan menghitung tegangan geser maksimum yang terjadi sebagai akibat momen puntir poros sebagai berikut :

$$T_{maks} = \frac{32 \times T}{\pi \times d^3} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan : T_{maks} = tegangan geser maksimum yang terjadi pada poros ($\frac{kg}{mm^2}$)

T = momen puntir poros (kg.mm)

d = diameter poros (mm)

Hasil perhitungan pada Lampiran 12, tegangan geser maksimum yang terjadi sebagai akibat momen puntir poros adalah : $0,531 \frac{kg}{mm^2}$ dan $1,0369 \frac{kg}{mm^2}$

7. Kapasitas efektif, Teoritis dan Efisiensi

Menurut Irwanto (1983), kapasitas efektif suatu alat perbandingan antara massa suatu bahan terhadap waktu kerja alat. Kapasitas efektif alat penyerut dirumuskan :

$$K.E = \frac{\text{Jumlah daun nenas yang diserut}(g)}{\text{Lama waktu penyerutan}(dt)} \dots\dots\dots (15)$$

K.E = Kapasitas efektif alat penyerut ($\frac{g}{dt}$)

Hasil perhitungan pada Tabel 1, kapasitas alat secara efektif adalah : $0,691 \frac{g}{dt}$ atau $2,49 \frac{kg}{jam}$.

Menurut Lubis et al. (1987), kapasitas kerja suatu mesin atau alat terdiri dari kapasitas kerja teoritis dan kapasitas kerja efektif. Kapasitas teoritis adalah kemampuan maksimum suatu alat atau mesin untuk menyelesaikan pekerjaannya dengan menggunakan factor-faktor maksimum yang berpengaruh terhadap pekerjaannya.

Secara teoritis dapat diperoleh persamaan matematik untuk menentukan kapasitas teoritis alat dengan menggunakan persamaan :

$$K.T = \frac{A \times s \times n \times N \times \rho \times F}{h \times t_d \times p_d} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan : K.T = kapasitas teoritis ($\frac{gram}{menit}$)

A = luas bidang penyerutan mata pisau (cm²)

s = panjang penyerutan pertama kali (cm)

n = jumlah mata pisau (buah)

N = kecepatan putaran permenit ($\frac{put}{menit}$)

ρ = massa jenis daun nenas ($\frac{gram}{cm^3}$)

F = gaya yang diperlukan (N)

h = kekerasan daun nenas ($\frac{N}{cm^2}$)

t_d = tebal daun nenas (cm)

p_d = panjang daun nenas (cm)

Hasil perhitungan pada Lampiran 13, kapasitas alat secara teoritis adalah : 84,1

$$\frac{g}{menit} \text{ atau } 5,04 \frac{kg}{jam}.$$

1. Kapasitas Kerja Alat

Hasil pengujian kapasitas efektif penyerutan pada alat penyerut daun nenas yang dirancang dengan menggunakan tenaga penggerak listrik dan tenaga penggerak manusia disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kapasitas efektif alat penyerut daun nenas dengan menggunakan tenaga penggerak listrik

<i>Ulangan</i>	<i>Berat daun nenas mula-mula (g)</i>	<i>Berat serat daun nenas setelah diserut (g)</i>	<i>Berat serutan yang terbuang (g)</i>	<i>Waktu penyerutan (dt)</i>	<i>Kapasitas efektif (g/dt)</i>
1	56,52	25,14	31,38	73,38	0,77
2	52,23	20,34	31,99	126,65	0,41
3	56,76	15,30	41,46	63,18	0,89
4	59,86	18,64	41,22	96,64	0,62
5	66,41	24,81	41,60	132,31	0,5
6	55,78	18,27	37,51	85,11	0,65
7	64,22	22,50	41,72	65,54	0,98
8	62,32	25,27	37,05	107,47	0,58
9	56,53	19,85	36,68	67,49	0,84
10	52,74	19,98	32,76	78,67	0,67
Rata-rata	58,347	23,56	34,061	89,744	0,691

Tabel 2. Kapasitas efektif alat penyerut daun nenas dengan menggunakan tenaga Manusia.

<i>Ulangan</i>	<i>Berat daun nenas mula-mula (g)</i>	<i>Berat serat daun nenas setelah diserut (g)</i>	<i>Berat serutan yang terbuang (g)</i>	<i>Waktu penyerutan (dt)</i>	<i>Kapasitas efektif (g/dt)</i>
1	11,37	3,53	7,84	74,85	0,15
2	17,56	5,04	12,52	81,78	0,21
3	12,4	4,28	8,12	67,50	0,18
4	15,02	4,91	10,11	51,81	0,29
5	18,54	6,08	12,6	90,22	0,2
6	12,9	4,76	8,14	60,35	0,21
7	11,59	3,91	7,68	85,66	0,13
8	18,37	5,54	12,83	80,69	0,1
9	18,31	5,49	12,82	82,50	0,22
10	11,1	3,12	7,98	70,12	0,16
Rata-rata	14,716	4,666	10,05	74,548	0,185

Hasil pengujian menunjukkan perbedaan kapasitas kerja efektif alat jika menggunakan tenaga penggerak yang berbeda. Kapasitas kerja efektif alat menggunakan tenaga penggerak listrik lebih besar daripada jika menggunakan tenaga penggerak manusia.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas efektif rata-rata alat penyerut daun nenas yang dirancang sebesar 0,691 g/dt atau 2,49 kg/jam (Tabel 1) dan dengan menggunakan tangan, kapasitas efektif rata-rata sebesar 0,185 g/dt atau 0,666 kg/jam (Tabel 2).

Hal ini disebabkan karena terdapat perbedaan kecepatan putaran pisau penyerut. Jika menggunakan tenaga listrik lebih cepat dan waktu yang dibutuhkan dalam penyerutan lebih singkat jika dibandingkan dengan penyerutan daun nenas dengan menggunakan tenaga manusia membutuhkan waktu yang cukup lama.

Alat penyerut daun nenas yang dibuat selain dapat menyerut daun nenas dengan cepat dan mempersingkat waktu juga dapat menyerut daun nenas sebanyak tiga daun nenas dalam sekali menyerut.

Berdasarkan perhitungan pada Lampiran 13, diperoleh kapasitas kerja teoritis (K.T), yaitu sebesar 5,04 kg/jam untuk tenaga penggerak listrik dan 8,5 kg/jam untuk tenaga penggerak manusia maka diperoleh nilai efisiensi kerja alat yaitu sebesar 49,40 % untuk tenaga penggerak listrik dan 7,8 % untuk tenaga penggerak manusia.

2. Efisiensi Kerja Alat

Menurut Daywin *et al* (1983) efisiensi kerja alat ditentukan dengan membandingkan antara kapasitas kerja efektif terhadap kapasitas kerja teoritis yang dinyatakan dalam persen (%) adalah :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Kapasitas efektif alat}}{\text{Kapasitas teoritis alat}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (17)$$

Hasil perhitungan pada Lampiran 13, efisiensi kerja alat adalah 49,40 %. Hasil pengujian efisiensi penyerutan menggunakan tenaga penggerak listrik dan tenaga penggerak manusia Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Efisiensi penyerutan alat penyerutan daun nenas menggunakan tenaga penggerak listrik.

<i>Ulangan</i>	<i>Berat daun nenas mula-mula (g)</i>	<i>Berat serat daun nenas setelah diserut (g)</i>	<i>Berat serutan yang terbuang (g)</i>	<i>Waktu penyerutan (dt)</i>	<i>Efisiensi penyerutan (%)</i>
1	56,52	25,14	31,38	73,38	44,48
2	52,23	20,34	31,99	126,65	38,87
3	56,76	15,30	41,46	63,18	26,95
4	59,86	18,64	41,22	96,64	31,14
5	66,41	24,81	41,60	132,31	37,36

6	55,78	18,27	37,51	85,11	32,75
7	64,22	22,50	41,72	65,54	35,0
8	62,32	25,27	37,05	107,47	40,55
9	56,53	19,85	36,68	67,49	35,11
10	52,74	19,98	32,76	78,67	37,9
Rata-rata	58,347	23,56	34,061	89,744	36,011

Tabel 4. Efisiensi penyerutan alat penyerutan daun nenas menggunakan tenaga penggerak manusia

<i>Ulangan</i>	<i>Berat daun nenas mula-mula (g)</i>	<i>Berat serat daun nenas setelah diserut (g)</i>	<i>Berat serutan yang terbang (g)</i>	<i>Waktu penyerutan (dt)</i>	<i>Efisiensi penyerutan (%)</i>
1	11,37	3,53	7,84	74,85	31,05
2	17,56	5,04	12,52	81,78	28,70
3	12,4	4,28	8,12	67,50	34,51
4	15,02	4,91	10,11	51,81	32,69
5	18,54	6,08	12,6	90,22	32,79
6	12,9	4,76	8,14	60,35	36,9
7	11,59	3,91	7,68	85,66	33,74
8	18,37	5,54	12,83	80,69	30,16
9	18,31	5,49	12,82	82,50	29,98
10	11,1	3,12	7,98	70,12	28,10
Rata-rata	14,716	4,666	10,05	74,548	31,862

Tabel 5. Efisiensi kerja alat penyerut daun nenas

<i>Tenaga Penggerak</i>	<i>Manusia</i>	<i>Listrik</i>
Kapasitas Teoritis (g/dt)	8,5 kg/jam	5,04 kg/jam
Kapasitas Efektif (g/dt)	0,666 kg//jam	2,49 kg/jam
Efisiensi kerja alat (%)	7,8 %	49,40 %

Nilai efisiensi kerja alat dengan menggunakan tenaga penggerak listrik ternyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan tenaga manusia, seperti tertera pada Tabel 5.

Nilai efisiensi penyerutan diperoleh dari hasil perbandingan antara berat daun nenas sebelum diserut dengan berat serat daun nenas setelah diserut. Berdasarkan hal

tersebut ternyata nilai efisiensi penyerutan alat dengan menggunakan tenaga penggerak listrik sebesar 36,011 % (Tabel 3) dan menggunakan tenaga penggerak manusia sebesar 31,862 % (Tabel 4)

F. Cara Kerja

1. Pendekatan Rancangan dan Analisis Teknis

Pendekatan rancangan dilakukan dengan cara mempelajari prinsip kerja alat penyerut daun nenas. Prinsip kerja alat penyerut daun nenas yang diamati adalah kecepatan putaran silinder dan bentuk pisau yang tersusun pada silinder.

Analisis teknis ditekankan kepada perhitungan untuk menentukan dimensi alat sesuai dengan kapasitas tenaga listrik. Merancang mekanisme kerja alat yang menggerakkan silinder dan menggerakkan landasan. Merancang sistem transmisi yang menggerakkan komponen-komponen fungsional alat.

2. Pembuatan Alat

Menyiapkan bahan-bahan dan peralatan yang diperlukan kemudian bahan-bahan tersebut dibentuk atau dikerjakan menjadi bagian komponen-komponen. Setelah selesai pembuatan bagian komponen-komponen selanjutnya bagian komponen-komponen tersebut dirakit sehingga menjadi suatu alat penyerut daun nenas.

3. Pengujian Alat

Menyiapkan peralatan yang diperlukan yaitu alat pencatat waktu (stopwatch), pengukur kecepatan putaran, timbangan.

Sebelum pengujian alat dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian pendahuluan untuk mengetahui alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Selanjutnya pengujian alat dilakukan sebagai berikut :

1. Daun nenas dipilih dengan baik dan bagian-bagian yang tidak berguna harus dipotong dan dibuang.
2. Daun nenas diletakkan di atas landasan dan dijepit dengan penjepit.
3. Sistem pengangkat dinaikkan dengan cara digerakkan dengan menggunakan engkol.
4. Dilakukan pengaturan sistem penahan atau pengangkat dengan empat buah baut kemudian dilakukan penyetelan jarak antara pisau dengan daun nenas.
5. Motor listrik dihidupkan.
6. Landasan digerakkan maju-mundur secara perlahan-lahan hingga daun nenas terserut merata. Landasan digerakkan dengan menggunakan engkol.
7. Lama proses penyerutan dicatat.
8. Setelah diserut, daun nenas kemudian ditimbang.

G. Parameter Pengamatan

1. Kebutuhan daya (kW atau Hp)

$$\text{Daya (P)} = \frac{\text{Kerja (Joule)}}{\text{Waktu (Detik)}} = \frac{F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n}{60}$$

2. Kapasitas efektif alat penyerut daun nenas ($\frac{g}{dt}$)

$$\text{Kapasitas efektif} = \frac{\text{Jumlah daun nenas yang diserut (g)}}{\text{Lama waktu penyerutan (dt)}}$$

3. Kapasitas teoritis alat penyerut daun nenas ($\frac{g}{\text{menit}}$)

$$\text{Kapasitas teoritis} = \frac{A \times s \times n \times N \times \rho \times F}{h \times t_d \times p_d}$$

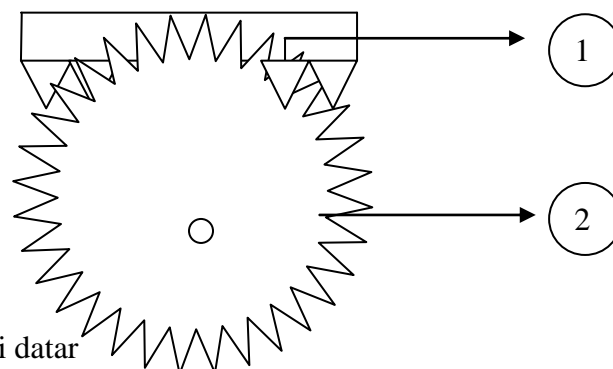
4. Efisiensi kerja alat penyerut daun nenas (%)

$$\text{Efisiensi kerja alat} = \frac{\text{Kapasitas efektif alat}}{\text{Kapasitas teoritis alat}} \times 100 \%$$

Analisis Rancangan Struktural dan Fungsional

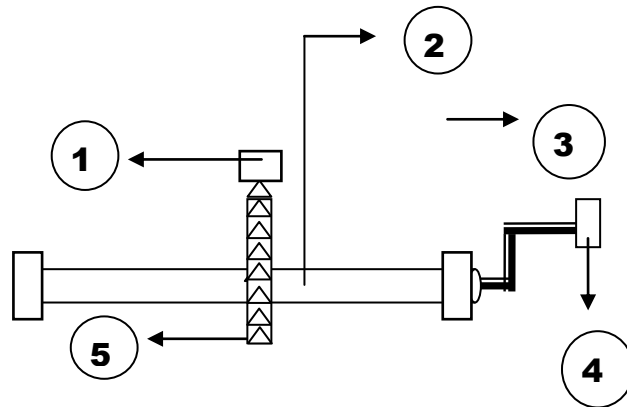
1. Sistem Penggerak Landasan

Sistem penggerak landasan yang dirancang sebelumnya pada bagian bawah landasan dilengkapi dengan gigi datar yang dibuat bersentuhan dengan roda gigi yang ada dibawahnya. Sistem penggerak landasan ini masih digerakkan dengan engkol. Selama proses penyerutan, engkol diputar secara manual dengan menggunakan tangan, sehingga pengoperasian alat menjadi sulit dilakukan dan kapasitas penyerutan menjadi rendah. Sistem gerakan landasan dengan menggunakan engkol sebelum dilakukan modifikasi dapat dilihat pada Gambar 2 dan sistem penyaluran tenaga dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan : 1. gigi datar
2. roda gigi

Gambar 2. Sistem penggerak landasan sebelum dimodifikasi



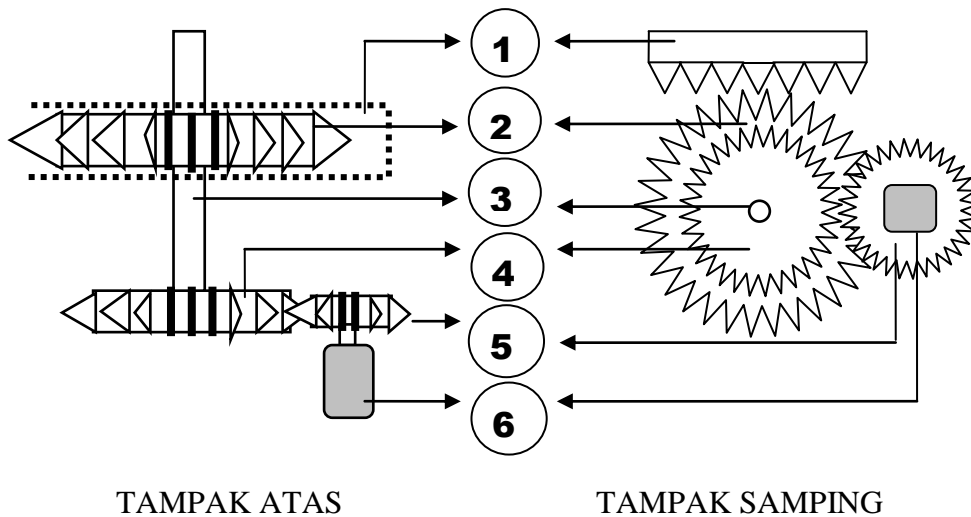
- keterangan :
1. gigi datar
 2. batang poros (as)
 3. klahar
 4. engkol
 5. roda gigi

Gambar 3. Sistem penyaluran tenaga penggerak landasan sebelum dimodifikasi

Untuk mempermudah pengoperasian alat serta meningkatkan kapasitas alat penyerut daun nenas, sistem pergerakan landasan dengan menggunakan engkol diganti dengan menggunakan motor listrik. Motor listrik yang digunakan memiliki daya 0,01 hp, dengan putaran poros 62,5 rpm.

Gerakan landasan yang melaju terlalu cepat harus dikurangi, karena akan menyebabkan daun nenas tidak terserut secara keseluruhan. Untuk mengurangi kecepatan pergerakan landasan ini, perlu dipilih motor yang memiliki rpm yang rendah dengan ditambahkan 2 buah roda gigi dengan ukuran diameter yang berbeda.

Rangkaian roda gigi disusun berdasarkan ukuran diameter dan jumlah gigi roda gigi. Semakin besar diameter roda gigi, maka rpm roda gigi akan semakin kecil sehingga kecepatan landasan juga akan berkurang. Adapun rangkaian 3 roda gigi yang telah dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.



- Keterangan :
1. Gigi datar
 6. Roda gigi 3
 7. Poros (as)
 8. Roda gigi 2
 9. Roda gigi 1
 10. Motor listrik

Gambar 4. Sistem penggerak landasan dengan 3 roda gigi

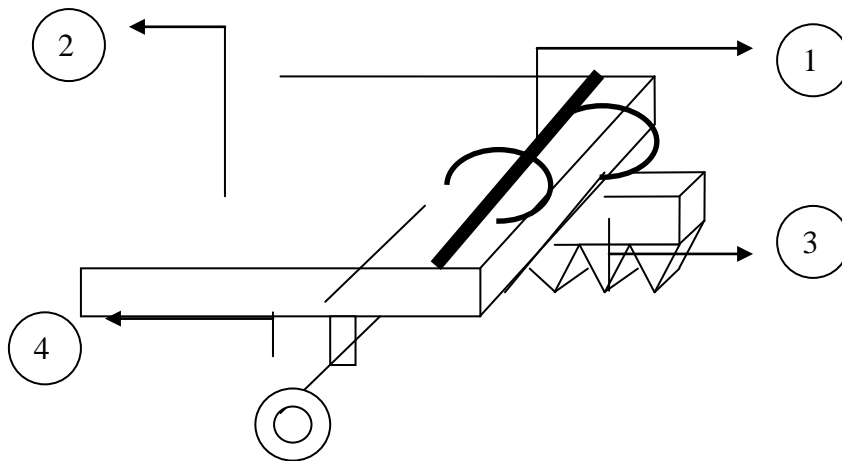
Roda gigi I memiliki diameter 3,2 cm dan dengan jumlah gigi 31 buah. Roda gigi ini terletak pada poros yang sama dengan motor penggerak sehingga rpm yang dihasilkan pada roda gigi I sama dengan motor penggerak, yaitu 62,5 rpm. Roda gigi I berfungsi untuk mentransmisikan tenaga dari motor menuju roda gigi II. Roda gigi II memiliki ukuran diameter dan roda gigi lebih besar daripada roda gigi I, sehingga rpm yang dihasilkan berkurang menjadi 31,25 rpm. Diameter yang dimiliki Roda gigi II adalah 6,4 cm dengan jumlah gigi 60 buah. Roda gigi ini berfungsi untuk mentransmisikan tenaga dari roda gigi II menuju roda gigi III.

Roda gigi III memiliki diameter 17,5 cm, rpm yang dimiliki sama dengan roda gigi II yaitu 31,25 rpm., karena kedua roda gigi terletak pada poros yang sama. Fungsi roda gigi III adalah mentransmisikan tenaga dari roda gigi III menuju gigi datar pada landasan. Gigi datar pada bagian bawah landasan berfungsi untuk mentransmisikan sekaligus mengubah tenaga putaran dari roda gigi III menjadi gerakan lurus pada landasan. Berdasarkan perhitungan pada lampiran 11 , kecepatan landasan adalah 17,17 cm/ dt.

2. Penjepit

Penjepit yang digunakan pada awalnya hanya berfungsi untuk menjepit 3 lembar daun nenas. Hal ini disebabkan penjepit tidak bisa menjepit daun nenas dengan kuat sehingga pada saat proses penyerutan daun nenas sering terlepas.

Lepasnya daun nenas dari penjepit ini disebabkan gaya jepit yang bekerja pada daun nenas lebih kecil dibanding gaya yang diberikan oleh mata pisau pada saat menyentuh daun nenas. Gaya jepit pada penjepit sebelum dilakukan modifikasi adalah 18,37 kg, sedangkan gaya yang diberikan oleh mata pisau adalah 20,15 kg. Penjepit daun nenas sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 5.



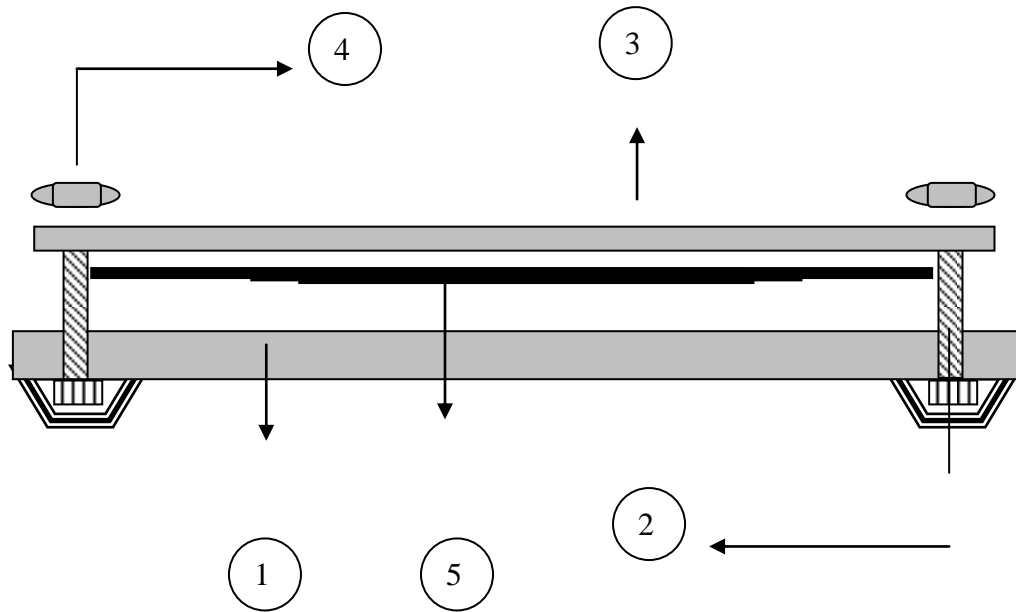
Keterangan : 1. penjepit sebelum dimodifikasi
5. landasan penyerut
6. gigi datar
7. roda

Gambar 5. Posisi penjepit pada landasan sebelum dimodifikasi

Penjepit setelah dilakukan modifikasi terbuat dari plat besi dengan tebal 1 mm, mempunyai ukuran dengan panjang 32 cm yang diletakkan di kedua ujung landasan. Penjepit dengan sistem plat yang dikunci oleh dua buah baut ini mampu menjepit 5 daun nenas dalam satu kali proses penyerutan.

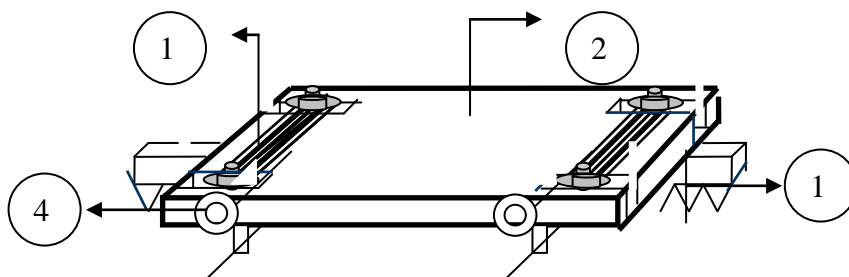
Untuk memperkuat gaya jepit terhadap daun nenas. Pada bagian bawah penjepit dilapisi karet, sehingga daun nenas pada bagian tengah landasan yang semula tidak terjepit akibat adanya lendutan pada plat penjepit juga dapat terjepit.

Gambar penjepit setelah dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 6 dan posisi penjepit pada landasan dapat dilihat pada Gambar 7.



- Keterangan :
1. Landasan
 2. Baut
 3. Plat penjepit
 4. Pengunci
 5. Karet

Gambar 6. Penjepit setelah dimodifikasi tampak samping



- Keterangan :
1. penjepit setelah dimodifikasi
 2. landasan penyerut
 3. gigi datar
 4. roda

Gambar 7. Posisi penjepit pada landasan setelah dimodifikasi

Penjepit setelah dimodifikasi memiliki alur pada bautnya masing-masing berukuran 5 cm, sehingga dapat digeser berdasarkan ukuran daun yang akan diserut. Dengan sistem ini daun nenas yang dapat dijepit tidak hanya berukuran lebih dari 45 cm, juga dapat menjepit daun nenas berukuran kurang dari ukuran panjang landasan yaitu daun nenas yang berukuran 35 cm.

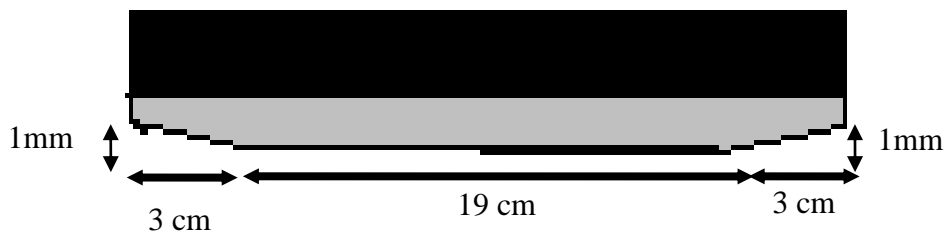
3. Mata Pisau

Permukaan mata pisau yang tidak rata menyebabkan seluruh permukaan mata pisau tidak dapat digunakan, terutama pada bagian pinggir mata pisau. Oleh karena itu daun nenas hanya dipasang pada bagian tengah landasan.

Sebelum dilakukan modifikasi, daun nenas yang dipasang pada bagian pinggir landasan tidak ikut terserut. Hal ini disebabkan mata pisau tidak menyentuh daun nenas, akibat lebar pisau lebih pendek dari ukuran sebenarnya yaitu ± 1 mm.

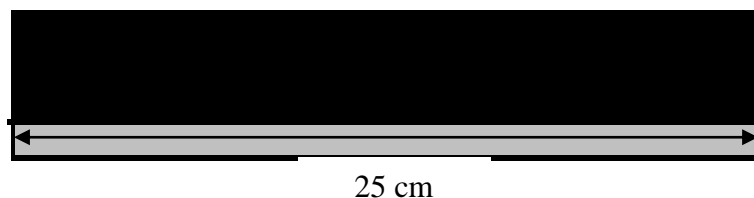
Untuk meningkatkan kapasitas efektif alat, jumlah daun nenas yang dapat dijepit oleh penjepit harus lebih dari 3 lembar daun nenas, yaitu dengan cara memperbaiki sistem penjepit. Walaupun jumlah daun nenas yang dapat dijepit meningkat, namun sebaliknya efisiensi penyerutan akan turun apabila permukaan mata pisau tidak diperbaiki.

Bagian mata pisau yang tidak rata memiliki panjang ± 6 cm, sehingga permukaan mata pisau yang dapat digunakan 19 cm, yaitu 3 lembar daun nenas. Permukaan mata pisau sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Permukaan mata pisau sebelum dimodifikasi

Setelah permukaan mata pisau diperbaiki, seluruh permukaan mata pisau dapat digunakan yaitu sepanjang 25 cm dengan jumlah daun nenas yang dapat diserut ± 5 lembar daun nenas. Permukaan mata pisau setelah dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 9.



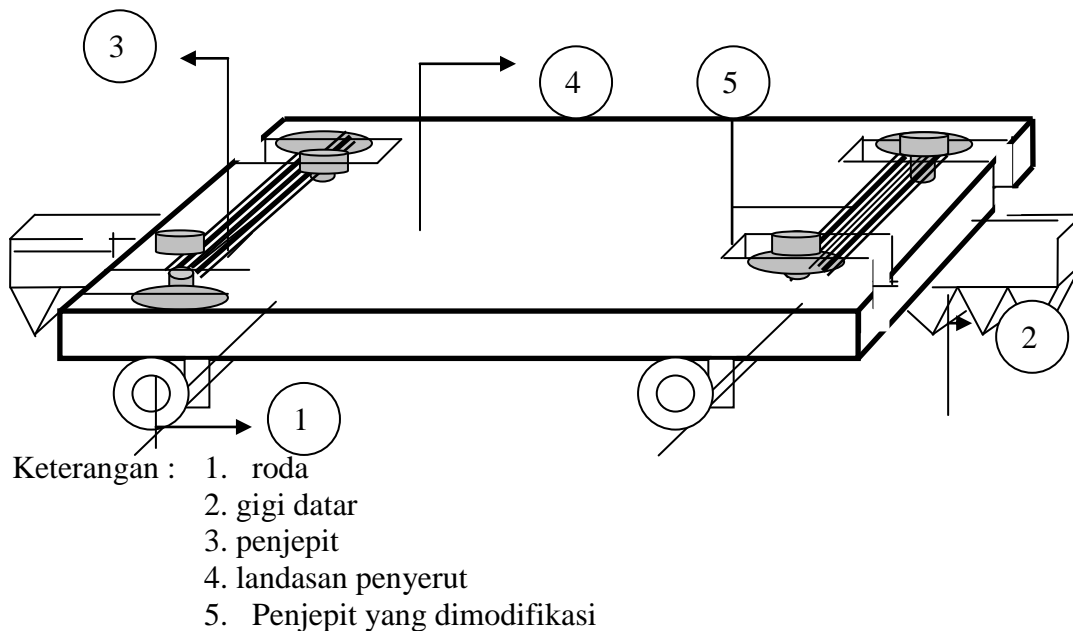
Gambar 9. Permukaan mata pisau setelah dimodifikasi

4. Landasan Penyerut

Landasan penyerut dilengkapi dua penjepit di kedua ujungnya yang digunakan untuk menjepit daun-daun nenas agar tidak lepas pada waktu diserut. Landasan dilengkapi dengan roda agar dapat berjalan di atas rel landasan.

Landasan penyerut daun nenas terbuat dari plat besi. Ukuran landasan dengan panjang 45 cm disesuaikan berdasarkan ukuran panjang nenas yang digunakan, dengan lebar 33,5 cm, dan tebal 0,615 cm. Landasan penyerut daun nenas dapat dilihat pada Gambar 10.

Varietas nenas yang paling banyak dibudidayakan di Sumatera Selatan adalah Queen, oleh karena itu daun nenas yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis Queen, dengan beberapa ciri antara lain mempunyai daun sangat keras, berukuran lebih pendek dari ukuran daun jenis lainnya yaitu berkisar antara 35 cm hingga 60 cm dan berduri tajam. Ukuran panjang yang dimiliki daun nenas jenis Cayyene dan Lisse mencapai 100-150 cm (Wawan).



Gambar 10. Landasan penyerut

5. Kerangka Dudukan Motor

Kerangka yang ditambahkan berfungsi sebagai tempat dudukan motor. Bahan kerangka terbuat dari besi siku dengan tebal 5 mm dan ukuran lainnya disesuaikan dengan ukuran motor. Penyambungan antar bagian pada kerangka utama dilakukan dengan cara di las.

Gambar alat penyerut daun nenas tipe silinder sebelum dan setelah dilakukan modifikasi dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Alat penyerut daun Nenas sebelum dimodifikasi



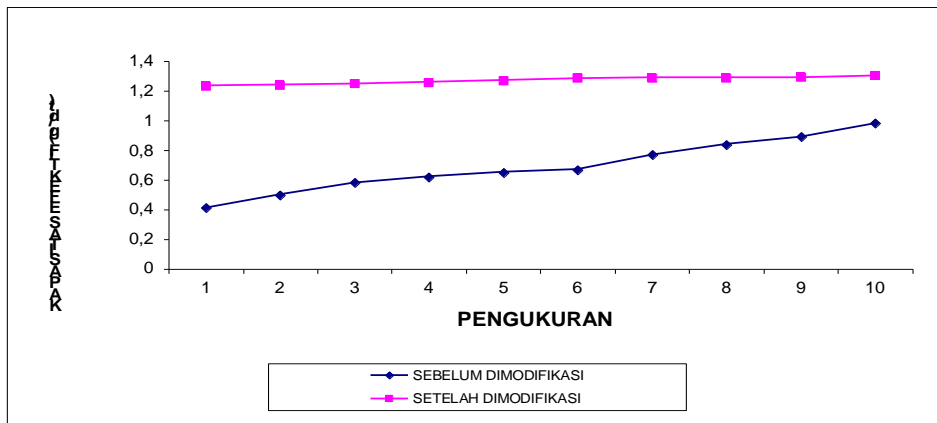
Gambar 12. Alat penyerut daun nenas tipe silinder setelah dimodifikasi

B. Analisis Teknis

1. Kapasitas Efektif Kerja Alat

Hasil pengujian kapasitas efektif kerja alat pada alat penyerut daun nenas sebelum dan setelah dilakukan modifikasi disajikan pada Lampiran 7 dan 8. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan kapasitas kerja efektif alat sebelum dan setelah dilakukan modifikasi. Kapasitas efektif kerja alat setelah dilakukan modifikasi lebih besar daripada kapasitas sebelum dilakukan modifikasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas efektif rata-rata kerja alat penyerut daun nenas setelah dilakukan modifikasi sebesar 1,27 g/ dt atau 4,57 kg/ jam, dan kapasitas efektif sebelum dilakukan modifikasi sebesar 0,691 g/dt atau 2,49 kg/jam. Perbandingan kapasitas efektif alat sebelum dan setelah dilakukan modifikasi disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik perbandingan kapasitas alat sebelum dan setelah dimodifikasi

Hal ini disebabkan Alat penyerut daun nenas yang telah dimodifikasi, selain dapat mempermudah proses penyerutan juga dapat menyerut daun nenas sebanyak lima daun nenas dalam sekali penyerutan.

Berdasarkan data sebelum dilakukan modifikasi, dalam satu kali penyerutan rata-rata waktu yang digunakan untuk menyerut daun nenas dengan berat $\pm 58,347$ g adalah 89,744 dt ($\approx 1,5$ menit). Ini disebabkan pada saat proses penyerutan daun nenas yang dapat dijepit hanya berjumlah 3 daun nenas, sehingga kapasitas yang dihasilkan perjam hanya 2,4 kg daun nenas.

Penjepit yang digunakan sebelumnya apabila daun nenas dipasang/ dijepit lebih dari tiga lembar, daun nenas sering terlepas pada saat proses penyerutan. Terlepasnya daun nenas dari penjepit ini disebabkan gaya jepit yang terdapat pada penjepit lebih kecil dari gaya yang diberikan oleh pisau penyerut pada daun nenas, sehingga mengakibatkan kapasitas kerja alat menurun.

Dari data hasil pengujian alat setelah dimodifikasi, dalam satu kali penyerutan rata-rata waktu yang digunakan untuk menyerut daun nenas dengan berat $\pm 153,9$ g adalah 121,103 dt (≈ 2 menit). Waktu yang digunakan memang lebih lama bila dibandingkan dengan waktu sebelum dilakukan modifikasi. Hal ini disebabkan pada saat pengujian alat waktu untuk satu kali proses penyerutan dihitung mulai dari menjepit daun nenas hingga melepas kembali daun nenas dari penjepit. Kapasitas efektif alat tetap mengalami peningkatan karena jumlah daun nenas yang dapat diserut dalam satu kali penyerutan lebih banyak yaitu lima lembar daun nenas. Gambar serat daun nenas hasil serutan alat setelah dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 14.

Daun nenas yang dijepit dengan sistem pengunci baut tidak mudah terlepas pada saat proses penyerutan, hal ini disebabkan gaya jepit yang dimiliki penjepit lebih besar dari gaya yang diberikan oleh pisau penyerut pada daun nenas. Dengan bertambahnya jumlah daun nenas yang dapat terjepit tersebut, kapasitas alat menjadi meningkat.



Gambar 14. Serat daun nenas hasil serutan alat setelah dimodifikasi

2. Kapasitas Kerja Teoritis dan Efisiensi Kerja Alat

Berdasarkan perhitungan pada lampiran 12 , diperoleh kapasitas kerja teoritis alat sebelum dan setelah dimodifikasi, yaitu sebesar 6,15 kg/jam, maka diperoleh nilai untuk efisiensi kerja alat sebelum dilakukan modifikasi yaitu sebesar 40,48 % dan efisiensi kerja alat setelah dilakukan modifikasi 74,30 %.

Hasil pengujian efisiensi kerja penyerutan daun nenas sebelum dan setelah dimodifikasi serta efisiensi Kerja Alat sebelum dan setelah dilakukan modifikasi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi kerja alat sebelum dan setelah dilakukan modifikasi

Parameter	Sebelum Dimodifikasi	Setelah Dimodifikasi
Kapasitas Teoritis (kg/jam)	6,15	6,15
Kapasitas Efektif (kg/jam)	2,49	4,57
Efisiensi kerja alat (%)	40,48	74,30

Menurut Daywin *et al.* (1983) efisiensi kerja alat ditentukan dengan membandingkan antara kapasitas kerja efektif alat terhadap kapasitas kerja teoritis alat yang dinyatakan dalam persen (%). Nilai efisiensi kerja alat setelah dilakukan

modifikasi lebih tinggi jika dibandingkan dengan efisiensi alat sebelum dilakukan modifikasi, seperti tertera pada Tabel 3.

Peningkatan efisiensi kerja alat ini disebabkan kapasitas efektif alat meningkat. Kapasitas efektif alat meningkat karena jumlah daun nenas yang semula hanya dapat menyerut 3 daun nenas atau setara dengan 58,347 gr dalam satu kali penyerutan, setelah dimodifikasi, alat mampu menyerut 5 daun nenas atau setara dengan 153,9g dalam satu kali proses penyerutan, secara tidak langsung waktu yang digunakan menjadi lebih singkat dari sebelumnya.

III. ANALISIS TEKNIS ALAT PENYERUT DAUN NENAS TIPE SILINDER

A. Analisis Teknis

Analisis teknis dilakukan terhadap alat penyerut daun nenas bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat penyerut secara teknis. Menurut Husnan dan Muhammad (2000), aspek teknis merupakan bagian yang berkenaan dengan proses pembangunan proyek atau investasi secara teknis dan pengoperasiannya setelah proyek tersebut selesai dibangun. Pelaksanaan melalui aspek teknik membutuhkan perbandingan dengan proyek yang serupa di lokasi lain yang menggunakan teknik dan teknologi yang serupa. Pengkajian aspek teknik yang dilakukan mencakup masalah letak lokasi, kapasitas produksi, pemilihan alat dan mesin serta proses pengolahan. Faktor teknis yang akan dibahas untuk menentukan kelayakan alat penyerut daun nenas adalah kapasitas produksi yaitu kapasitas kerja efektif dan kapasitas kerja teoritis, kebutuhan putaran silinder, analisis gaya, analisis sudut kontak sabuk terhadap puli, analisis kecepatan keliling puli, analisis kebutuhan daya.

1. Kapasitas Kerja Alat Penyerut Daun Nenas

Kapasitas kerja suatu alat terdiri dari kapasitas kerja teoritis dan kapasitas kerja efektif. Kapasitas teoritis adalah kemampuan maksimum suatu alat atau mesin untuk menyelesaikan pekerjaannya dengan menggunakan faktor-faktor maksimum yang berpengaruh terhadap pekerjaannya. Sedangkan kapasitas kerja efektif adalah kemampuan alat atau mesin untuk menyelesaikan pekerjaannya setelah dicoba di lapangan. Kapasitas kerja suatu alat itu sendiri adalah kemampuan kerja alat tersebut untuk memberikan hasil persatuan waktu.

Tujuan pengujian kapasitas kerja adalah untuk menentukan kapasitas kerja alat dilapangan yaitu kemampuan kerja alat pada saat penyerutan daun nenas. Perhitungan kapasitas kerja suatu alat atau mesin adalah kemampuan kerja suatu alat atau mesin untuk memberikan hasil (kilogram, liter, hektar) per satuan waktu.

Besarnya kapasitas penyerut silinder tergantung kepada jumlah pisau, rpm, jarak landasan dengan mata pisau, dan luas penampang pisau serut dan dikalikan dengan bobot jenis bahan yang diserut, (Muin, 1986). Menurut Muin (1986), secara teoritis dapat diperoleh persamaan matematik untuk menentukan kapasitas teoritis alat dengan menggunakan persamaan:

$$G = \frac{A \times s \times N \times \rho}{td \times pd}$$

G = Kapasitas serutan (gr/s)

A = luas bidang mata pisau (cm^2)

s = jarak antar mata pisau (cm)

N = kecepatan putaran permenit (cm/rpm)

ρ = massa jenis daun nenas (gr/cm^3)

td = tebal daun nenas (cm)

pd = panjang daun nenas (cm)

Kapasitas kerja efektif suatu alat dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$K. E = \frac{\text{Jumlah massa daun nenas yang diserut (gr)}}{\text{Jumlah waktu penyerutan (s)}}$$

Sedangkan untuk mengetahui efisiensi kerja alat dengan membandingkan antara kapasitas kerja efektif dengan kapasitas kerja teoritis yang dinyatakan dalam persen (%) adalah :

$$\text{Efisiensi kerja alat} = \frac{\text{Jumlah kapasitas Kerja efektif}}{\text{jumlah kapasitas Kerja teoritis}} \times 100 \%$$

2. Kebutuhan Putaran Silinder

Menurut Mitchell *et al.* (1984), untuk menghitung kecepatan silinder dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{60(10)^3 H}{\pi d Wt}$$

n = Putaran permenit (rpm)

H = Daya (watt)

d = Diameter puli (mm)

Wt = Beban yang dipindahkan (J)

3. Analisis Gaya

Mesin penyerut daun nenas digunakan untuk tujuan industri menengah, untuk menggerakkan alat ini digunakan transmisi daya yaitu : puli, belt, dan poros. Belt menghubungkan puli yang satu dengan puli yang lain, dengan membelitkan belt disekeliling puli. Menurut Sears dan Zemansky (1985), gaya untuk memutar benda putar adalah gaya tangensial yang bekerja pada benda tersebut. Untuk memutar benda diperlukan gaya putar dengan rumus :

$$F = m \cdot a_t$$

F = gaya untuk memutar benda ($kg\ m/s^3$)

m = beban benda yang diputar (kg)

a_t = percepatan tangensial puli yang digerakkan (m/s^3).

Sedangkan untuk mengetahui a_t , dapat diperoleh

$$a_t = \alpha \cdot r$$

α = Percepatan sudut puli yang digerakkan (rad/s^2)

r = Jari-jari puli yang digerakkan (m)

sedangkan untuk mengetahui α , dapat diperoleh :

$$\alpha = \frac{w}{t}$$

w = Kecepatan sudut puli yang digerakkan (rad/s)

t = waktu (s)

4. Analisis Sudut Kontak Sabuk terhadap Puli

Menurut Khurmi dan Gupta (1982), sudut kontak puli terhadap sabuk dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\sin\theta = \frac{r_1 - r_2}{c}$$

r_1 = jari – jari puli besar (cm)

r_2 = jari - jari puli kecil (cm)

c = jarak kedua puli (cm)

θ = sudut kontak puli dengan sabuk

5. Analisis Kecepatan Keliling sabuk (belt)

Menurut Suryanto (1991), untuk menghitung kecepatan keliling sabuk digunakan rumus :

$$V = \frac{\pi \times dp \times N}{60}$$

V = kecepatan keliling sabuk (m/s)

dp = diameter puli (m)

N = putaran puli (rpm)

6. Analisis Kebutuhan Daya

Menurut Suryanto (1991), kebutuhan daya benda putar digunakan rumus :

$$\text{Daya}(P) = \frac{\text{Kerja (Joule)}}{\text{Waktu (detik)}} = \frac{F \cdot 2 \pi r n}{60}$$

P = daya yang dibutuhkan untuk memutar puli (Watt)

F = gaya pada puli yang digerakkan (N)

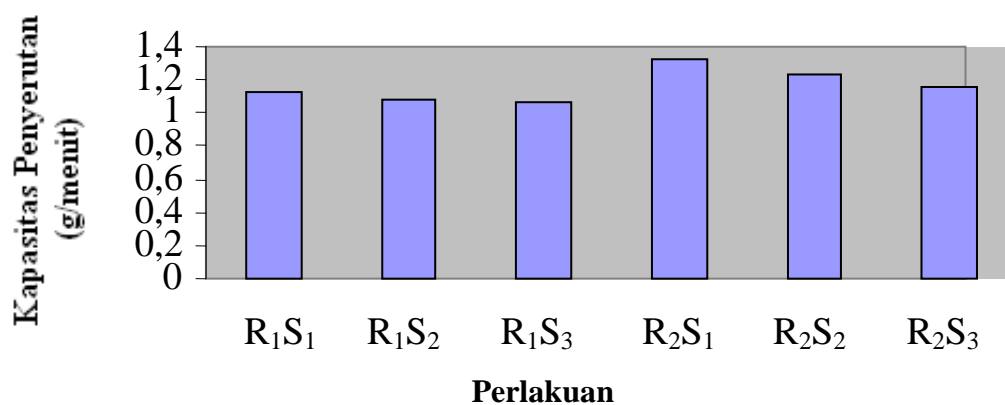
r = jari-jari puli (m)

n = putaran silinder / menit (rpm)

A . Kapasitas Kerja Penyerutan Alat.

Data hasil pengamatan pengaruh perlakuan terhadap kapasitas penyerutan alat dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 diketahui bahwa setiap kombinasi perlakuan menunjukkan kapasitas yang berbeda. Perubahan hasil kapasitas penyerutan yang didapat disebabkan perbedaan kecepatan putaran silinder yang menyerut daun nenas dan perbedaan jarak mata pisau dengan landasan.

Dari data hasil perhitungan diketahui bahwa rata-rata kapasitas penyerutan alat berkisar antara 1,06 g/menit sampai dengan 1,33 g/menit. Kapasitas penyerutan alat yang terbesar terdapat pada kombinasi perlakuan 500 rpm dengan jarak 0,6 mm, sedangkan kapasitas hasil penyerutan terkecil terdapat pada kombinasi perlakuan 250 rpm dengan jarak 1,2 mm (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata kapasitas penyerutan dari kombinasi faktor perlakuan.

Tabel 3. Rata-rata kapasitas penyerutan alat dari kombinasi perlakuan.

Jarak (mm)	Kecepatan Putaran (rpm)		Rata-rata K
	250 (R ₁)	500 (R ₂)	
0,6 (S ₁)	1,12	1,33	1,23
0,9 (S ₂)	1,08	1,23	1,16
1,2 (S ₃)	1,06	1,15	1,11
Rata-rata S	1,09	1,24	-

Hasil analisis ragam (uji F) pengaruh utama dan interaksi, memperlihatkan bahwa faktor kecepatan putaran memberikan pengaruh yang nyata terhadap kapasitas penyerutan (Lampiran 6). Akan tetapi kombinasi faktor perlakuan, pengaruh jarak mata pisau meja dengan landasan, dan interaksi perlakuan memberikan pengaruh yang tidak nyata.

1. Pengaruh kecepatan putaran.

Semakin tinggi kecepatan putaran silinder maka semakin besar kapasitas penyerutan yang dihasilkan (Tabel 3). Hal ini disebabkan semakin tinggi kecepatan putaran silinder maka semakin sering mata pisau menyerut daun nenas, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyerut akan semakin kecil.

Tabel 4. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pengaruh kecepatan putaran silinder terhadap kapasitas penyerutan alat (g/menit).

Kecepatan Putaran (rpm)	Kapasitas Penyerutan (g/menit)	Uji BNJ	
		5% = 0,034	1% = 0,0475
250 (R ₁)	1,09	a	A
500 (R ₂)	1,24	b	B

Hasil Uji Beda Nyata Jujur pada Tabel 4, menunjukkan pengaruh kecepatan putaran silinder pada taraf uji 5 % dan 1 % terdapat perubahan kapasitas penyerutan yang dihasilkan pada kecepatan 250 rpm (R₁) dan 500 rpm (R₂) berbeda nyata.

Rata-rata kapasitas penyerutan alat pada kecepatan putaran 250 rpm (R₁), ternyata menghasilkan serat daun nenas yang terkecil yaitu 1,09 g/menit, sedangkan kecepatan putaran 500 rpm (R₂) menghasilkan kapasitas penyerutan alat yang terbesar yaitu 1,24 g/menit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perlakuan kecepatan putaran silinder terbaik adalah 500 rpm, hal ini disebabkan pada kecepatan ini peningkatan kapasitas penyerutan yaitu serat yang dihasilkan lebih besar dibanding kecepatan 250 rpm.

2. Pengaruh Jarak Mata Pisau dengan Landasan.

Semakin besar jarak mata pisau dengan landasan maka kapasitas penyerutan yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini disebabkan semakin besar jarak mata pisau

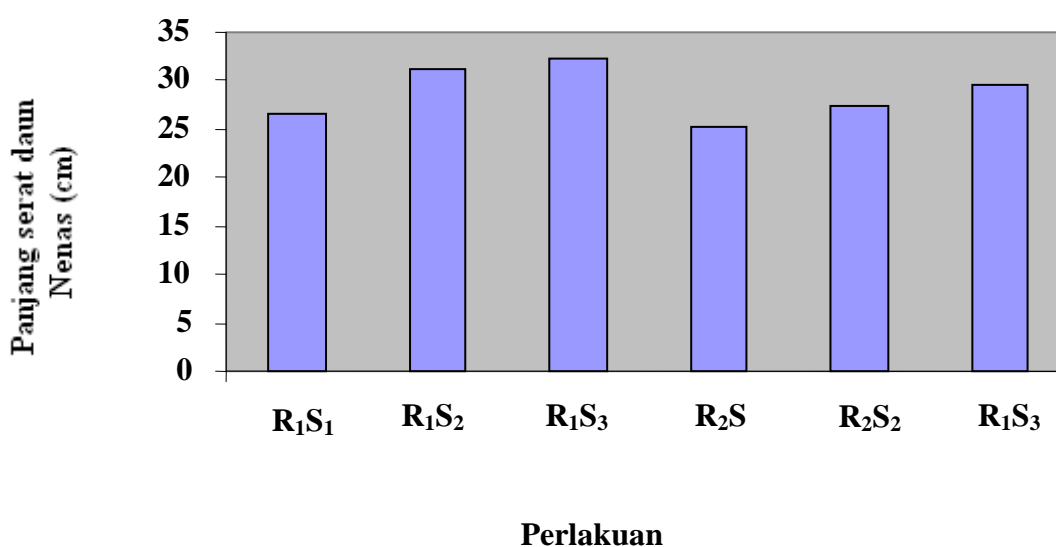
dengan landasan maka waktu penyerutan daun nenas akan semakin lama sehingga kapasitasnya akan semakin kecil.

3. Pengaruh Interaksi.

Interaksi faktor kecepatan putaran silinder dan jarak mata pisau dengan landasan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kapasitas penyerutan alat penyerut daun nenas tipe silinder.

B. Panjang Serat Daun Nenas

Gambar 2 diketahui bahwa setiap kombinasi faktor kecepatan putaran dan jarak mata pisau dengan landasan menghasilkan panjang serat daun nenas yang berbeda.



Gambar 2. Rata-rata panjang serat daun nenas dari kombinasi perlakuan.

Dari data hasil perhitungan diketahui bahwa rata-rata panjang serat daun nenas berkisar antara 25,33 cm sampai dengan 32,33 cm. Panjang serat daun nenas yang terbesar terdapat pada kombinasi perlakuan 250 rpm dengan jarak 1,2 mm, sedangkan panjang serat terkecil terdapat pada kombinasi perlakuan 500 rpm dengan jarak 0,6 mm (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata panjang serat daun nenas dari berbagai perlakuan.

Jarak (mm)	Kecepatan Putaran (rpm)		Rata-rata p
	250 (R ₁)	500 (R ₂)	
0,6 (S ₁)	26,67	25,33	26
0,9 (S ₂)	31,33	27,33	29,33
1,2 (S ₃)	32,33	29,67	31
Rata-rata S	30,11	27,44	-

1. Pengaruh kecepatan putaran

Semakin tinggi kecepatan putaran maka serat daun nenas makin pendek, hal ini disebabkan semakin sering mata pisau menyerut daun nenas maka semakin cepat daun terserut sehingga serat daun nenas semakin tipis. Hasil serutan yang tipis akan mempengaruhi pengambilan serat dari dalamnya, semakin tipis hasil serutan yang dihasilkan maka peluang putusnya serat daun nenas yang diambil dari hasil serutan semakin besar, sehingga serat daun nenas akan semakin pendek.

Hasil Uji Beda Nyata Jujur pada Tabel 6, menunjukkan pengaruh kecepatan putaran silinder pada taraf uji 5 % dan 1 % terdapat perubahan panjang serat daun nenas yang dihasilkan pada tiap kecepatan yakni 250 rpm (R_1) dan 500 rpm (R_2) saling berbeda nyata. Rata-rata panjang serat daun nenas pada kecepatan putaran 500 rpm (R_2), ternyata menghasilkan serat daun nenas yang terpendek yaitu 27,44 cm, sedangkan kecepatan putaran 250 rpm (R_1) menghasilkan serat daun nenas yang terpanjang yaitu 30,11 cm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perlakuan kecepatan putaran silinder terbaik adalah 250 rpm, hal ini disebabkan pada kecepatan ini peningkatan panjang serat yang dihasilkan lebih besar dibanding pada 500 kecepatan rpm.

2. Pengaruh jarak mata pisau dengan landasan.

Semakin besar jarak mata pisau dengan landasan maka serat daun nenas yang dihasilkan akan semakin panjang. Hal ini disebabkan semakin besar jarak mata pisau dengan landasan maka hasil serutan yang dihasilkan semakin tebal maka kemungkinan serat daun nenas putus pada saat pengambilan dari hasil serutan akan lebih kecil sehingga serat daun nenas akan lebih panjang.

Tabel 7. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pengaruh jarak mata pisau dengan landasan terhadap panjang serat daun nenas (cm).

Jarak (mm)	Panjang Serat (cm)	Uji BNJ	
		5% = 1,7	1% = 2,384
0,6 (S_1)	26	a	A
0,9 (S_2)	29,33	b	B
1,2 (S_3)	31	b	BC

Hasil Uji Beda Nyata Jujur pada Tabel 8, menunjukkan pengaruh jarak mata pisau dengan landasan pada taraf uji 5 % dan 1 % terdapat perubahan panjang serat

daun nenas yang dihasilkan pada tiap jarak yakni 0,6 mm, 0,9 mm, 1,2 mm saling berbeda nyata satu satu sama lainnya.

Rata-rata panjang serat daun nenas pada jarak 0,6 mm (S_1), ternyata menghasilkan serat daun nenas yang terpendek yaitu 26 cm, sedangkan jarak 1,2 mm (S_2) menghasilkan serat daun nenas yang terpanjang yaitu 31 cm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perlakuan jarak mata pisau dengan landasan terbaik adalah 1,2 mm, hal ini disebabkan pada jarak ini peningkatan panjang serat yang dihasilkan lebih besar dibanding perlakuan lainnya.

3. Pengaruh Interaksi

Semakin kecil kecepatan putaran silinder dan semakin besar jarak mata pisau dengan landasan maka serat daun nenas makin panjang, Hal ini disebabkan semakin kecil putaran silinder dan semakin besar jarak mata pisau dengan landasan maka hasil serutan yang dihasilkan semakin tebal maka kemungkinan serat daun nenas putus pada saat pengambilan dari hasil serutan akan lebih kecil sehingga serat daun nenas akan lebih panjang.

Tabel 8. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pengaruh interaksi kecepatan putaran silinder dan jarak mata pisau dengan landasan terhadap panjang serat daun nenas (cm).

Interaksi perlakuan	Rata-rata panjang serat daun nenas	Uji BNJ	
		5 % = 3,14	1 % = 4,03
R_2S_1	25.33	a	A
R_1S_1	26.67	ab	AB
R_2S_2	27.33	ab	AB
R_2S_3	29.67	bc	BC
R_1S_2	31.33	c	C
R_1S_3	32.33	c	C

Hasil Uji Beda Nyata Jujur pada Tabel 8, menunjukkan pengaruh interaksi kecepatan putaran jarak pada taraf uji 5 % dan 1 % terdapat perubahan panjang serat daun nenas yang dihasilkan pada tiap jarak yakni 0,6 mm, 0,9 mm, 1,2 mm saling berbeda nyata satu satu sama lainnya.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perlakuan jarak mata pisau dengan landasan terbaik adalah 1,2 mm, hal ini disebabkan pada jarak ini peningkatan panjang serat yang dihasilkan lebih besar dibanding perlakuan lainnya. Rata-rata panjang serat daun nenas berdasarkan pengaruh interaksi kecepatan putaran silinder dan jarak mata pisau dengan landasan pada Tabel 7. Interaksi pada perlakuan kecepatan 250 rpm dan

jarak 1,2 mm (R_1S_3) menghasilkan serat daun nenas terpanjang sebesar 32,33 cm, sedangkan interaksi pada perlakuan kecepatan putaran silinder 500 rpm dan jarak 0,6 mm (R_2S_1) menghasilkan serat daun nenas terpendek sebesar 25,33 cm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa interaksi perlakuan kecepatan putaran jarak mata pisau dengan landasan terbaik adalah kecepatan putaran 250 rpm dan jarak 1,2 mm (R_1S_3), hal ini disebabkan pada jarak ini peningkatan panjang serat yang dihasilkan lebih besar dibanding perlakuan lainnya.

C. Putaran Silinder

Kecepatan putaran silinder pada saat penyerutan berbeda dengan kecepatan silinder dengan perhitungan teori. Kecepatan silinder pada saat penyerutan sebesar 230 rpm (puli 0,46 m) dan 465 rpm (puli 0,23 m) yang diukur dengan tachometer, sedangkan kecepatan silinder pada perhitungan secara teori sebesar 250,43 rpm (puli 0,46 m) dan 500,86 rpm (puli 0,23 m). Berkurangnya putaran tersebut dipengaruhi penggunaan puli dan sabuk, sudut kontak sabuk terhadap puli akan menyebabkan berkurangnya kecepatan putaran, kesejajaran kedua puli juga ikut mempengaruhinya, sebab apabila tidak sejajar maka sudut kontak puli dengan sabuk tidak sempurna sehingga putaran akan berkurang (Sularso dan Suga, 1987).

IV. PENYAMBUNGAN SERAT NENAS

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nenas yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosus* (L) merupakan salah satu tanaman buah yang sudah lama dikenal masyarakat. Tanaman ini cukup mudah untuk dibudidayakan karena dapat tumbuh pada keadaan iklim basah maupun kering dan iklim di Indonesia ternyata sangat cocok (Sunarjono, 1990).

Tanaman nenas merupakan buah tropika beriklim basah yang bersifat merumpun karena tanamannya mampu membentuk tunas-tunas batang. Tanaman nenas tahan terhadap lindungan tetapi lebih baik apabila ditanam di daerah yang terbuka. Oleh karena itu, tanaman nenas banyak diusahakan dipekarangan. Di tempat terlindung biasanya buah nenas kurang manis, pada tanah yang mengandung pasir dan cukup mengandung bahan organik seperti tanah gambut tanaman nenas tumbuh baik sekali (Sunarjono, 1990).

Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah penghasil nenas yang potensial di Indonesia serta mempunyai prospek pengembangan yang cukup baik. Propinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah yang memiliki areal penanaman nenas terluas di Indonesia. Pada masa mendatang sangat memungkinkan bagi provinsi lain untuk memprioritaskan pengembangan nenas dalam skala yang lebih luas dari tahun-tahun sebelumnya (Zainab dan Fahmi, 2001).

Pada umumnya pada sebuah tanaman atau sebuah tangkai buah hanya tumbuh satu buah saja. Akan tetapi, karena pengaruh lingkungan dapat pula lebih dari satu buah pada satu tangkai yang biasa disebut multiple fruit (buah ganda). Pada ujung buah biasanya tumbuh nenas mahkota tunggal, tetapi ada pula tunas yang tumbuh lebih dari satu yang biasa disebut multiple crown (mahkota ganda), tanah yang mangandung nitrogen tinggi cenderung merangsang kejadian tersebut (Sunarjono, 1990).

Nenas yang ada di Sumatera Selatan termasuk varietas queen yang tingkat produksinya tinggi setiap tahunnya. Pada tahun 2004 produksi nenas di Sumatera Selatan mencapai 120.469 ton, sedangkan produksi nenas di Indonesia sebesar 677.089 ton (Biro Pusat Statistik, 2005).

Selama ini pengolahan buah nenas menjadi prioritas utama, sedangkan bagian tanaman lainnya menjadi limbah seperti daun nenas dan kulit buah nenas. Oleh karena

itu dibutuhkan cara untuk memanfaatkan daun nenas yang memiliki serat yang cukup tinggi (Zainab dan Fahmi, 2001).

Serat nenas dapat diolah menjadi benang yang merupakan bahan baku dalam industri tekstil yang tidak kalah kualitasnya dengan benang sutera. Menurut Pasaribu (2004), serat daun nenas sangat kecil, kehalusan serat ditentukan oleh luas permukaan. Serat yang baik memiliki luas permukaan yang besar, mempunyai elastisitas yang baik, memiliki warna yang lebih mengkilap serta memiliki berat jenis yang rendah.

Nenas dapat dikembangbiakkan dengan cara vegetatif dan generatif. Cara vegetatif yaitu dengan tunas akar, tunas batang, tunas buah, mahkota buah, dan setek batang. Cara generatif dikembangbiakkan dengan biji yang ditumbuhkan melalui persemaian. Bagian yang bernilai penting dari nenas adalah buahnya. Namun, saat ini terus dikembangkan pemanfaatan bagian lain dari tanaman ini seperti daun nenas. (Kartasapoetra, 1988).

Berbagai jenis produk yang menggunakan bahan baku serat alam akhir-akhir ini makin digemari, termasuk kain dari serat daun nenas. Di Kabupaten Subang, produk kain dari serat daun nenas telah dikembangkan di desa Cimanggu Kecamatan Cislak. Namun kemampuan berproduksi mereka masih terbatas karena memerlukan waktu lama, khususnya pada proses merubah daun nenas menjadi serat nenas dan proses penyambungan serat nenas menjadi benang serat nenas. Selain itu, proses produksinya masih menggunakan cara tradisional. Sistem pengerjaan pembuatan benang dari serat daun nenas yang masih sederhana membuat para pengrajin benang serat nenas dibuat tidak mampu melayani permintaan dan peluang pasar produk tersebut yang cukup bagus (Pikiran Rakyat, 2002).

Serat hasil pengolahan kembali dihasilkan dengan mengolah secara kimiawi selulosa dalam bubur kayu yang didapat secara alamiah, dan serat setengah sintesis, yang dapat dihasilkan dari selulosa alam yang diolah dengan asam asetat. Selulosa yang dimaksud adalah zat pokok yang terdapat pada serat tumbuh-tumbuhan dan merupakan bagian terbesar dari tumbuh-tumbuhan (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Menyambung ujung serat nenas secara rapi, rata, dan efisien dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- a. Simpul nelayan : Simpul ini dipakai secara umum, dapat menyambung secara erat, walaupun simpulnya besar dan agak susah dilepas.
- b. Simpul penenun : Simpul ini digunakan untuk menyambung benang rajut, ukuran simpul lebih kecil, tetapi lebih mudah dilepas.

Kedua simpul di atas masing-masing memiliki suatu kelebihan dan kekurangan, yang keduanya memberikan pengaruh pada proses penenunan dan dalam menentukan kualitas kain. Simpul nelayan dapat menyambung dengan erat, tetapi simpulnya agak besar dan mempersulit proses penenunan. Simpul penenun dapat menyambung serat dengan simpul berukuran kecil, tetapi lebih mudah lepas. Melihat kekurangan yang dimiliki setiap simpul yang sangat mempengaruhi kualitas kain hasil tenunan, maka diperlukan suatu cara penyambungan yang dapat meningkatkan mutu kain dan meningkatkan efisiensi kerja pada proses penyambungan yang dapat membantu para pengrajin serat nenas meningkatkan produksinya (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Polivinil alkohol (PVA) yang memiliki rumus molekul CH_2CHOH merupakan salah satu jenis polimer yang banyak digunakan dalam berbagai bidang industri. Bentuknya berupa padatan kering (dry solid) dan disediakan dalam bentuk granular atau dalam bentuk bubuk. PVA diproduksi dengan berbagai tingkatan atau derajat kemurnian sesuai dengan permintaan (Setiawan, 2001).

Menurut Setiawan (2001), PVA digunakan sebagai bahan penganji (sizing agents) dalam industri tekstil selain itu, PVA juga digunakan untuk keperluan campuran bahan perekat (adhesive) baik perekat playwood maupun non playwood (lem kuning dan lem putih). Konsumsi untuk kebutuhan perekat ini diperkirakan cukup besar karena besarnya produksi perekat playwood dan perekat non playwood selama ini. Sebagai perekat playwood, PVA dipakai sebagai bahan pembantu selain bahan baku utamanya seperti formalin, urea, ammonia dan fenol. Selain itu PVA juga dapat dipakai dalam industri lainnya seperti industri keramik, pengolahan kulit, kertas, kosmetik dan lain sebagainya.

Polivinil alkohol (PVA) adalah polimer tinggi yang dapat larut dalam air, dibuat dari saponifikasi polivinil asetat, yaitu mengganti gugus asetatnya dengan OH. Larutan polivinil alkohol (PVA) dalam air adalah cairan koloidal. Makin tinggi kadar PVA makin tinggi suhu pembentukan gel. Polivinil alkohol terdiri dari beberapa jenis dengan sifat yang berbeda, tetapi pada umumnya memiliki daya ikat yang baik. Akhir-akhir ini jumlah PVA telah ditingkatkan untuk mengurangi jumlah perekat yang dibutuhkan. Untuk memberikan kelicinan dan fleksibilitas benang, kadang-kadang dicampur dengan 5 - 6% bahan pelumas (Hartanto dan Watanabe, 1993).

A. Daun Nenas

Daun nenas tumbuh memanjang dan panjangnya sangat bervariasi antara 30–100 cm, lebar antara 3-5 cm atau lebih, bagian pinggir daun ada yang berduri dan ada

tanpa duri, permukaan daun sebelah atas halus mengkilap berwarna hijau tua atau merah tua bergaris atau coklat kemerah merah-merahan. Sedangkan permukaan daun bagian bawah berwarna keputih-putihan atau keperak-perakan. Jumlah daun tiap batang adalah 70 - 80 helai yang tata letaknya seperti spiral, yakni mengelilingi batang mulai dari bawah keatas arah kanan dan kiri (Sunarjono, 1990).

Umumnya daun nenas berwarna hijau dan pigmentasi merah kuning di bagian tengah atau dekat tepi daun. Munculnya daun nenas yang baru rata-rata tumbuh dalam seminggu. Pada mulanya pertumbuhan daun lambat, setelah beberapa lama menjadi cepat. Pada fase pertumbuhan vegetatif, panjang daun terus meningkat sampai mencapai maksimum sejalan dengan bertambahnya umur tanaman (Lisdiana dan Soemadi, 1997).

Daun nenas memiliki kandungan serat yang cukup tinggi, serat yang dihasilkan dari daun nenas memiliki kualitas yang cukup baik sehingga dapat diolah untuk memperoleh benang sebagai bahan baku pembuatan tekstil (Zainab dan Fahmi, 2001).

Permukaan bawah daun dilapisi trichome yang berwarna putih perak, yaitu rambut-rambut bersel banyak (multiselular), bentuk tangkai pendek dengan bagian atasnya berbentuk cakram yang menutupi epidermis. Kepala berbentuk cakram ini terdiri dari sel-sel mati yang berisi udara, sehingga memberikan warna putih mengkilap seperti perak. Trichome di bagian helai daun tidak dapat dibasahi dengan air karena mengandung chitine semacam lapisan gabus/lilin karena itu dapat melindungi daun dan mulut daun. Trichome juga terdapat dipermukaan atas daun dengan jumlah kurang daripada yang di bagian bawah daun (Kartiwa, Muliah dan Pratiwi, 1996).

Daun nenas memiliki jaringan penyimpanan air di bawah hypodermis bagian atas. Di bawah epidermis terdapat jaringan hypodermal yang terdiri dari beberapa sel yang menutupi bagian yang lebih dari dalam daun (Kartiwa, Muliah dan Pratiwi, 1996).

B. Serat

Serat adalah sebuah zat yang panjang, tipis dan mudah dibengkokkan, serat yang dicita-citakan (diidealisir) dibatasi sebagai zat yang penampangnya nol, tidak punya tahanan terhadap lenturan, puntiran dan tekanan dalam arah memanjang, tetapi mempunyai tahanan terhadap tarikan dan akan mempertahankan keadaan lurus. Serat yang sebenarnya, bagaimanapun mempunyai penampang dan tahanan terhadap lenturan, pintiran dan tekanan. Faktor-faktor tersebut walaupun kecil, mempengaruhi hasil-hasil tekstil (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Selulosa ditemukan pada tumbuhan dalam jumlah yang besar. Tidak hanya dari tumbuhan hutan, tetapi juga dari tanaman yang dipanen manusia. Selulosa merupakan senyawa yang sangat berguna, tidak hanya sebagai bahan pangan melainkan juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu atau papan, kertas dan katun. Katun merupakan bahan baku pembuatan tekstil yang berasal dari selulosa yang hampir murni (Sunarjono, 1990).

Serat hasil pengolahan kembali dihasilkan dengan mengolah secara kimiawi selulosa dalam bubur kayu yang diperoleh secara alamiah, dan serat setengah sintesis dihasilkan dari selulosa alam yang diolah dengan asam asetat. Selulosa yang dimaksud adalah zat pokok yang terdapat pada serat tumbuh-tumbuhan dan merupakan bagian terbesar dari tumbuh-tumbuhan (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Serat daun nenas telah dikenal sebagai bahan tali-temali, tekstil dan kertas beberapa tempat di dunia. Pada tahun enam puluhan, petani-petani di Filipina dan Formosa sengaja memelihara tanaman nenas terutama untuk diambil daunnya sebagai bahan baku serat kualitas tinggi. Tetapi penggunaan serat daun nenas akhirnya berkurang, akibat munculnya serat-serat sintesis yang segera menguasai pasar (Kartiwa, Muliah dan Pratiwi, 1996).

Kekuatan benang atau serat biasanya dinyatakan dalam gram per denier. Denier adalah berat dalam gram dari serat sepanjang 9000 m. Kekuatan serat dalam waktu kering harus lebih baik atau lebih besar dari 1,2 g/denier. Kekuatan merupakan sifat yang penting dari serat karena dalam proses pemintalan maupun dalam proses pertununan diperlukan serat yang tahan terhadap tarikan-tarikan yang cukup kuat, sehingga pada akhir proses tersebut akan dihasilkan bahan tekstil yang cukup kuat (Lisdiana dan Soemadi, 1997).

Serat mempunyai bobot yang begitu ringan, hingga penampangnya dalam proses pemintalan menjadi sukar. Jika serat-serat diikat menjadi benang tanpa diatur, akan mengakibatkan gangguan, seperti misalnya bulu-bulu pada benang, kotoran pada bagian-bagian mesin dan debu dalam udara (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Tabel 1. Komposisi kimia serat daun nenas.

Senyawa	Persentase (%)
Selulosa	81,5
Kadar air	6,1
Kadar abu	1,1
Lignin dan pectin	9,2
Senyawa ekstraktif	2,1

Sumber: Encyclopedia (1996).

Menurut Syarief dan Irawati (1988), serat yang paling banyak digunakan dalam industri tekstil adalah serat alami yang berasal dari nabati. Serat nabati dibedakan berdasarkan bagian-bagian tanaman yang menghasilkan serat tersebut. Serat yang berasal dari biji atau buah adalah kapas dan kapuk. Serat yang diambil dari kulit batang antara lain serat yute, serat flax, serat ramie, serat henep, serat kenaf, rosella dan urena. Serat abaca dan serat manila merupakan contoh serat yang diambil dari daun. Selain serat abaca dan manila yang diambil dari daun, serat daun nenas juga dapat digunakan sebagai bahan baku tekstil.

Serat dan benang mempunyai banyak sifat fisis dan kimia lain, yang akan saling mempengaruhi dan hal ini akan menentukan nilai yang luas dari hasil-hasil tekstil. Dari sifat-sifat tersebut, tiga sifat utama yang mempengaruhi serat dalam proses pembuatannya adalah: ukuran yang kecil dan bobot yang ringan, gaya gesek yang kecil dan kecenderungan untuk membangkitkan listrik statis (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Mutu serat terhadap panas dan pencelupan mempengaruhi pekerjaan dan produktifitas tektil. Hasil yang memenuhi selera dan mutu estetis hanya dapat dibuat dengan menggabungkan cara-cara pengecatan yang dapat menghasilkan pengecatan yang rata, cara-cara penyelesaian (finishing) yang dapat menghasilkan corak yang lebih menarik dan perencanaan yang kreatif untuk pakaian jadi (Hartanto dan Watanabe, 1993).

C. Senyawa Penyusun Serat Nenas

Serat merupakan selulosa murni yang berfungsi sebagai komponen utama penyusun dinding sel tanaman dalam bentuk campuran polimer homolog dan biasanya disertai polisakarida lain dan lignin dalam jumlah yang beragam. Selulosa adalah polimer β -glukosa dengan ikatan β -1,4-D-Glucopyranosyl. Karena β -nya menyebabkan rantai D-glukosa dan selulosa membentuk konformasi yang melebar dan mengalami pengelompokan antar sisi menjadi serat yang tidak larut dalam air. Ikatan ini tidak dapat dihidrolisis oleh enzim α -amilase. Akibatnya, tidak ada enzim yang dapat menghidrolisis pada saluran usus vertebrata, menyebabkan selulosa tidak dapat dicerna oleh semua organisme tingkat tinggi (Fennema, 1982).

Daun nenas tersusun dari beberapa senyawa seperti selulosa, lignin dan senyawa-senyawa lain. Kandungan selulosa dalam daun nenas paling tinggi dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain yaitu 81,5%. Selain selulosa, senyawa

penyusun daun dalam jumlah besar adalah lignin dan pektin yaitu 9,2% (Kirk-Othmer, 1996).

Daun nenas mempunyai kadar holoselulosa sekitar 60%, α selulosa sekita 30% dan lignin sekitar 17%. Tetapi kelarutan daun nenas dalam NaOH 1%, air panas 20.02% dan air dingin 19.62%, komposisi kimia daun nenas mengalami sedikit perubahan selama dua minggu perendaman air (Kartiwa, Muliah dan Pratiwi, 1996).

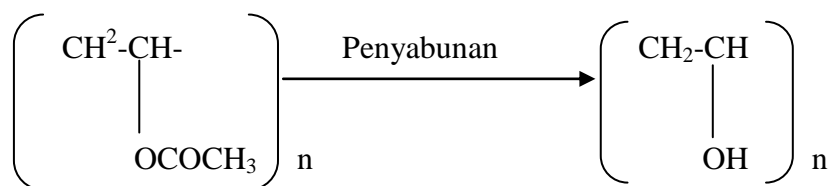
Selulosa dan lignin merupakan senyawa yang paling tinggi kandungannya dalam serat nenas, selain kedua senyawa itu terdapat pula senyawa yang terkandung dalam daun nenas dalam jumlah yang cukup banyak adalah pektin. Pektin secara umum terdapat pada dinding sel tanaman, khususnya sel-sel diantara selulosa dan hemiselulosa. Senyawa-senyawa pektin juga berfungsi sebagai bahan perekat antara dinding sel yang satu dengan dinding sel yang lain (Kirk-Othmer, 1996).

D. Polivinil Alkohol

Polivinil alkohol adalah polimer tinggi yang dapat larut dalam air, dibuat dari saponifikasi polovinil asetat, yaitu mengganti gugus asetatnya dengan OH. Larutan PVA dalam air adalah cairan koloidal. Makin tinggi kadar PVA makin tinggi suhu pembentukan gel, dibawah suhu ini sifat cairnya akan hilang.

Menurut Setiawan (2001), Kegunaan utama dari PVA adalah dalam industri serat (fiber), perekat, pembuatan polivinil butiral, tekstil dan bahan peganji kertas. Permintaan akan senyawa ini juga cukup besar untuk campuran semen dalam bidang konstruksi gedung, lapisan filim yang larut dalam air untuk penggunaan medis, bahan pengemulsi dalam industri kosmetik dan bahan pembungkus anti air (water soluble packaging).

Polivinil alkohol komersial yang didapat dari polivinil asetat, dihidrolisis larutan alkoholat asam atau alkali berair. Ada PVA gradehidrolisis parsial (87-89%) dan penuh (99-100%), untuk mengubahnya menjadi tahan air, rantai-rantainya perlu diikatsilangkan (Feldman dan Hartomo, 1995).



Bahan kimia ini umumnya berbentuk putih atau berwarna krem yang larut dalam air dengan kekentalan yang dapat diatur dengan tingkat polimerisasinya dan persentase

alkoholisnya. Sifat kelarutan dan kekentalan inilah yang dimanfaatkan sebagai bahan penganji. Bahan penganji (sizing) dalam industri tekstil pada prinsipnya dapat diperoleh dari berbagai sumber baik yang berasal dari alam maupun sintetis. Dari bahan alam dapat berasal dari nabati yaitu dari berbagai pati alami baik tumbuhan maupun hewan. Adapun beberapa jenis pati alami dari tumbuh-tumbuhan antara lain tapioca, kentang, jagung, sagu, terigu dan produk pati lainnya, juga dari hewan antara lain perekat gelatin dan kasein (Setiawan, 2001).

1. Sifat Polivinil Alkohol

Polivinil alkohol (PVA) yang memiliki rumus molekul CH_2CHOH merupakan salah satu jenis polimer yang banyak digunakan dalam berbagai bidang industri. Bentuknya berupa padatan kering (dry solid) Dan disediakan dalam bentuk granular atau dalam bentuk bubuk.

Sifat kelarutan dari polivinil alkohol (PVA) tergantung dari derajat penyabunannya yang dapat kita lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat kelarutan polivinil alkohol

Safonifikasi (Penyabunan)	Air Dingin	Air panas
95% atau di atas	Membengkak	Larut
80%	Larut	Tidak larut
50% di bawah*	Tidak larut	Tidak larut

* Larut dalam pelarut organik

Sumber : Surdia dan Saito (2005).

PVA merupakan serat sintetis yang mempunyai kekuatan yang lebih besar daripada serat alam, dan mempunyai kekuatan terhadap gesekan yang baik, dan sangat tahan terhadap asam, alkali dan bahan kimia lainnya. Tetapi elastisitasnya lebih rendah daripada serat alam dan cenderung untuk mengerut sedikit dalam air dengan suhu tinggi (Hartanto dan Watanabe, 1993).

2. Kegunaan Polivinil Alkohol

Polivinil alkohol (PVA) banyak digunakan untuk membuat serat tiruan. Pada saat ini dipakai untuk benang dan ban mobil, ban mesin, dan bahan industri lainnya. Mempunyai sifat elektrostatis yang rendah sehingga film dari bahan ini mengambil debu yang lebih sedikit. Bahan ini sering dipakai untuk pengepakan, bahan warna, bahan kimia, pupuk, yang dapat segera larut dalam air. Bahan ini dipakai sebagai pengubah sifat serat dan penganji benang untuk mencegah keriting dan patah atau untuk pengolahan kertas (Surdia dan Saito, 2005).

E. Alumunium

Logam Alumunium adalah logam putih, yang liat dapat ditempa, bubuknya berwarna abu-abu. Alumunium melebur pada 659°C , bila terkena udara objek-objek alumunium teroksidasi pada permukaannya, tetapi lapisan oksida ini melindungi objek dari oksida lebih lanjut, asam klorida encer dengan mudah melarutkan logam ini (Setiono dan Pudjaatmaka, 1990).

Aluminium (Al) merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi, hantaran listrik, dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Selain itu, kekuatan mekaniknya meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, baik satu persatu maupun bersama-sama, dan juga memberikan sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah. Material ini dipergunakan didalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi (Setiono dan Pudjaatmaka, 1990).

Alumunium merupakan salah satu unsur yang paling banyak terdapat dikerak bumi, akan tetapi karena efinitasnya terhadap oksigen sangat tinggi, tidak dapat direduksi ke bentuk logamnya dengan menggunakan karbon atau karbon monoksida, dibandingkan dengan logam-logam bukan besi lainnya, alumunium merupakan salah satu dari yang diproduksi dalam jumlah banyak ini hanya beberapa jenis saja, alumunium berderajat kemurnian tinggi sebesar 99.95% sangat lunak dan mudah diperpanjang (Daryanto, 1995).

Alumunium memiliki beberapa sifat yang membuatnya sebagai bahan yang banyak sekali gunanya dalam bidang teknik, daya tahannya yang baik terhadap korosi serta berat jenisnya yang kecil membuatnya terutama cocok untuk pemakaian dalam bidang pengangkutan dan industri listrik, alumunium tingkat kemurnian perdagangan dibuat dengan menambahkan besi sebanyak sampai 0.5%, bahan ini di gunakan secara luas dan menguasai 90% pasar produk alumunium (Daryanto, 1995).

Aluminium murni sangat lemah dan lunak (tembaga lebih kuat dibandingkan aluminium). Untuk menambah kekuatan biasanya dibuat dengan logam campuran. Aluminium lebih menguntungkan dibandingkan dengan tembaga bila dipakai untuk hantaran yang tidak memerlukan penyekat (misal hantaran transmisi di atas tanah) sebab daya hantar panas atau daya hantar listriknya kira-kira 60% daya hantar listrik tembaga sehingga untuk mendapatkan tahanan yang sama dengan tembaga (yang panjang dan penampangnya sama) dibutuhkan penampang 60% lebih besar. Namun

beratnya sangat ringan dibanding tembaga sehingga baik digunakan sebagai hantaran transmisi diatas tanah (Daryanto, 1995).

1. Sifat-sifat Alumunium

Alumunium adalah logam yang sangat ringan (berat jenis alumunium 2.56 atau 1/3 berat jenis tembaga). Tahanan jenis 2.8×10^{-8} atau 1.25 x tahanan jenis tembaga. Sifat tahan tarik maksimum dalam keadaan dingin $17 - 20 \text{ kg / mm}^2$, oleh sebab itu Alumunium hanya dapat dipakai untuk lebar tegangan yang hanya dapat dipakai untuk lebar tegangan yang pendek. Untuk tegangan yang panjang dipakai kabel alumunium (beberapa kawat yang dipilih) dengan kawat baja sebagai intinya. Alumunium tidak baik untuk dipatri, tetapi dapat dilas. Sayangnya, karena hal itu tegangan tariknya menjadi turun oleh panas yang timbul. Oleh karena itu hantaran tegangan alumunium dengan sambungan patri atau las harus diberi jepitan (Sumanto, 1996).

Sifat-sifat pada aluminium meliputi sifat fisik dan sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu aluminium yang dapat kita lihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel. 3. Sifat-sifat fisik aluminium

Sifat – sifat	Kemurnian Al (%)	
	99	>99,0
Massa jenis (20^0)	2,6989	2,71
Titik cair	660.2	653 – 657
Panas jenis (cal/g. 0 C) (100^0)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koef temperatur (0 C)	0,00429	0,0115
Koef pemuaiian ($20 - 100^0$ C)	$23,86 \times 10^{-6}$	$23,5 \times 10^{-6}$
Jenis kristal, konstanta kisi	fcc,a = 4,013 k	fcc,a = 4,04 kX

Catatan : fcc : Face centered cubic = kubus berpusat muka

Sumber : Surdia dan Saito (2005).

Sifat fisik alumunium merupakan sifat alumunium yang meliputi massa jenis, titik cair, panas jenis, hantaran listrik, koefisien pemuaiian dan konstanta kisi, sedangkan sifat mekanik alumunium merupakan sifat yang menyangkut kekuayan tarik, kekuatan mulur, perpanjangan dan perpanjangan brinell. Tabel 3 diatas menunujukksn sifat-sifat fisik alumunium dan tabel 4 menunjukkan sifat-sifat mekaniknya. Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99.0 % atau diatasnya dapat dipergunakan di udara dan tahan dalam waktu bertahun-tahun. Hantaran listrik Al kira-kira 65 % dari hantaran listrik tembaga, tetapi massa jenisnya kira-kira

sepertiganya sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangnya. Oleh karena itu, dapat dipergunakan untuk kabel tenaga dan dalam berbagai bentuk, seperti dalam bentuk lembaran tipis (foil). Dalam hal ini dapat dipergunakan Al dengan kemurnian 99.0 %. Untuk reflektor yang memerlukan reflektifitas yang tinggi, dan kondensor elektrolitik, dipergunakan Al dengan angka sembilan empat (Surdia dan Saito, 2005).

Tabel 4. Sifat – sifat mekanik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		> 99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatantarik	4,9	11,6	9,3	16,9
(kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
Kekuatan mulur	48,8	5,5	35	5
Perpanjangan	17	27	23	44
Kekerasan Brinell				

Sumber: Surdia dan Saito (2005).

2. Penggunaan Aluminium

Lembaran sangat tipis, isolasi panas, pabrikasi kondensator, lembar rol dingin untuk pembuatan panel-panel, batangan bulat serta kawat untuk kabel hantaran listrik dan belitan jangkar. Bila diberi pemadu, aluminium dapat menghasilkan sederetan bahan yang berguna dalam bidang teknik, khususnya teknik listrik (Daryanto, 1995).

Aluminium agak tahan karat, barang-barang dari aluminium menjadi terlapis oksida aluminium dalam udara terbuka, yang melindungi bagian dibawahnya dari zat asam dan mencegah oksidasi lebih lanjut. Lapisan oksida aluminium merupakan tahanan yang tinggi, maka harus hati-hati dalam menyambung kawat aluminium (Daryanto, 1995).

F. Konsep Pindah Panas

Perpindahan panas atau kalor dapat didefinisikan sebagai metode perpindahan energi (taktergantung pada perpindahan masa) antara sistem dan sekelilingnya akibat perbedaan temperatur. Tanpa memperhatikan mekanisme perpindahan kalor, perbedaan temperatur diperlukan untuk mengefektifkan interaksi kalor. Kalor yang dipindahkan ke suatu sistem dianggap positif, dan kalor yang di pindahkan dari sistem akan negative (Saad, 2000).

1. Perpindahan Kalor Konduksi

Jika pada suatu benda terdapat gradien suhu (*temperature gradient*), maka menurut pengalaman akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi ke bagian bersuhu rendah. Kita katakan bahwa energi berpindah secara konduksi (*conduction*) atau hantaran dan bahwa laju perpindahan kalor itu berbanding dengan gradien suhu normal :

$$\frac{q}{A} \approx \frac{\partial T}{\partial x}$$

Jika dimasukkan konstanta proporsionalitas (*proportionality constant*) atau tetapan kesebandingan, maka :

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan :

q = laju perpindahan kalor (W)

$\frac{\partial T}{\partial x}$ = gradient suhu ke arah perpindahan kalor (K/m)

k = konduktifitas atau kehantaran termal (*thermal conductivity*) (W/m.K)

A = luas permukaan (m²)

2. Perpindahan Kalor Konveksi

Konveksi atau *ilian* merupakan perpindahan kalor yang yang bergantung kepada viskositas fluida disamping ketergantungannya kepada sifat-sifat termal fluida (konduktivitas termal, kalor spesifik, densitas). Hal ini dapat dimengerti karena viskositas mempengaruhi profil kecepatan yang dapat mempengaruhi laju perpindahan energi di daerah dinding. Gradien suhu bergantung pada laju fluida membawa kalor, dan kecepatan yang tinggi akan menyebabkan gradien suhu semakin besar. Jadi, gradien suhu bergantung dari medan aliran.

Hukum Newton tentang pendinginan sangat berpengaruh dalam menyatakan pengaruh konduksi secara menyeluruh.

$$Q = hA (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots (2)$$

Dalam rumus ini perpindahan kalor dihubungkan dengan beda suhu menyeluruh antara dinding dan fluida, dan luas permukaan. Besaran h disebut koefisien perpindahan kalor konveksi (*convection heat transfer coefficient*). Rumus di atas merupakan rumus dasar dalam mempelajari perpindahan kalor secara konveksi.

a. Aliran Viskos (Kental).

Gaya-gaya viskos dapat diterangkan dengan gaya geser (*shear stress*) τ antara lapisan-lapisan fluida. Jika tegangan ini dianggap berbanding dengan gradien kecepatan (*velocity gradien*) normal, maka kita dapatkan persamaan dasar untuk viskositas,

$$\tau = \mu = \frac{du}{dy} \dots\dots\dots (3)$$

Konstanta proporsionalitas μ disebut viskositas dinamik (*dynamic viscosity*). Satuannya yang khas ialah Newton-detik per meter persegi, tetapi ada banyak satuan untuk menyatakan viskositas, dan kita harus hati-hati untuk menggunakan yang konsisten dengan formulasi yang kita gunakan.

Daerah aliran pada suatu lapisan-lapisan udara dipengaruhi oleh viskositas. Pada awalnya lapisan yang terbentuk bersifat laminar, tetapi pada jarak kritis bergantung dari sifat medan aliran dan fluida, gangguan-gangguan kecil pada aliran itu membesar dan terjadi proses aliran menjadi turbulen. Daerah aliran turbulen dapat digambarkan sebagai rambang dimana gumpalan fluida bergerak ke sana ke mari di segala arah. Transisi dari aliran laminar menjadi turbulen terjadi apabila :

$$\frac{\mu_{\infty}x}{\nu} = \frac{\rho\mu_{\infty}x}{\mu} > 5 \times 10^5 \dots\dots\dots (4)$$

keterangan :

μ_{∞} = kecepatan aliran bebas

x = jarak

ν = μ/ρ , viskositas kinematik

Pengelompokan khas di atas disebut bilangan Reynolds, dan angka ini tak berdimensi apabila untuk semua sifat-sifat di atas digunakan perangkat satuan yang konsisten.

$$Re_x = \frac{\mu_{\infty}x}{\nu} \dots\dots\dots (5)$$

Walaupun untuk tujuan analitik bilangan Reynolds kritis untuk transisi di atas plat rata biasa dianggap 5×10^5 , dalam situasi praktis nilai kritis ini sangat bergantung pada kekasaran permukaan dan “tingkat keturbulenan” (“*turbulence level*”) arus bebas. Jangkauan normal untuk permulaan transisi ialah antara 5×10^5 dan 10^6 . Jika terdapat gangguan besar dalam aliran itu, transisi mungkin sudah mulai pada bilangan Reynolds serendah 10^5 , dan pada aliran tanpa fluktuasi (perubahan-perubahan kecepatan), transisi ini mungkin baru mulai pada $Re = 2 \times 10^6$ atau lebih.

b. Lapisan Batas Termal

Lapisan batas hidrodinamik (*hydrodynamic boundary layer*) didefinisikan sebagai daerah aliran dimana gaya-gaya viskos dirasakan, lapisan batas termal (*thermal boundary layer*) didefinisikan sebagai daerah dimana terdapat gradien suhu dalam aliran. Gradien suhu ini adalah akibat proses pertukaran kalor antara fluida dan dinding.

Untuk menghitung perpindahan kalor pada dinding perlu diketahui lapisan batas termal dinding dan aliran udara yang dilalui oleh dinding. Hubungan antara keduanya disebut angka Prandtl.

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{\alpha} \dots\dots\dots (6)$$

bilangan Prandtl ν/α merupakan parameter yang menghubungkan ketebalan relatif antara lapisan batas hidrodinamik dan lapisan batas termal. Viskositas kinematik fluida memberikan informasi tentang laju difusi momentum dalam fluida karena gerakan molekul. Difusifitas termal memberi petunjuk tentang hal yang sama mengenai difusi kalor dalam fluida. Jadi perbandingan antara kedua kuantitas itu menunjukkan besaran relatif antara difusi momentum dan difusi kalor di dalam fluida.

Bilangan Prandtl adalah besaran tak berdimensi apabila kita menggunakan perangkat satuan yang konsisten :

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu/\rho}{k/\rho c_p} = \frac{c_p \mu}{k} \dots\dots\dots (7)$$

Dalam satuan SI perangkat satuan yang khas untuk parameter-parameter itu ialah μ dalam kilogram per detik per meter, c_p dalam kilojoule per kilogram per derajat Celcius, dan k dalam kilowatt per meter per derajat Celcius.

Dengan menggunakan tebal lapisan batas hidrodinamik, maka kita dapatkan

$$h_x = 0,332k \text{Pr}^{1/3} \left(\frac{\mu_\infty}{\nu x}\right)^{1/2} \left[1 - \left(\frac{x_0}{x}\right)^{3/4}\right]^{-1/3} \dots\dots\dots (8)$$

Persamaan ini dapat dibuat tak berdimensi dengan mengalikan kedua persamaan dengan x/k , sehingga menghasilkan persamaan tak berdimensi pada bagian kiri

$$\text{Nu}_x = \frac{h_x x}{k} \dots\dots\dots (9)$$

Yang disebut bilangan Nusselt, menurut Wilhelm Nusselt, yang banyak memberikan sumbangan dalam teori perpindahan kalor konveksi. Akhirnya

$$\text{Nu}_x = 0,332 \text{Pr}^{1/3} \text{Re}^{1/2} \left[1 - \left(\frac{x_0}{x}\right)^{3/4}\right]^{-1/3} \dots\dots\dots (10)$$

Untuk plat yang dipanaskan pada keseluruhan panjangnya, $x_0 = 0$

$$Nu_x = 0,332 Pr^{1/3} Re_x^{1/2} \dots\dots\dots (11)$$

1. Tahap Prapenelitian (Pembuatan Perekat Polivinil Alkohol)

Pada tahap prapenelitian perekat polivinil alkohol dibuat dengan 5 % PVA, 10 % PVA dan 20 % PVA. Dari ketiga campuran tersebut dipilih perekat dengan kualitas yang paling baik dari ketiga campuran tersebut yang dapat digunakan untuk penyambungan pada serat nenas, dari prapenelitian ini didapat kesimpulan bahwa dari ketiga percobaan dengan masing-masing campuran PVA 5 %, 10 % dan 20 %. Yang paling baik digunakan yaitu dengan campuran 10 % PVA karena waktu yang dibutuhkan pada penyambungan lebih cepat dan kekuatan tariknya lebih baik serta tidak mudah terlepas.

Table 5. Waktu yang diperlukan dalam penyambungan serat nenas

	5% PVA	10% PVA	20% PVA
60 ⁰ C	59 detik	35 detik	50 detik
70 ⁰ C	56 detik	32 detik	45 detik
80 ⁰ C	48 detik	27 detik	37 detik

1. Tahap Pendekatan Rancangan

Pendekatan rancangan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari kriteria rancangan, rancangan fungsional dan rancangan struktural.

a. Kriteria rancangan

Bagian alat penyambung serat nenas yang dimodifikasi adalah bagian alat penggulung yang semula bersifat permanen diubah agar bisa diganti dengan mudah, pada proses penyambungan yang semula dilakukan dengan proses manual menggunakan tangan untuk memilin diubah dengan menambahkan alat untuk mempermudah dalam penyambungan, alat tersebut dibuat secara paralel untuk mempermudah meletakkan perekat PVA pada slot yang akan dilakukan penyambungan.

Alat untuk penyambungan seperti tabung untuk meletakkan perekat PVA, sehingga perekat PVA alkohol dibuat cair untuk memudahkan penggunaan alat dengan membuat perbandingan 10:90 untuk PVA 10 %.

b. Rancangan Fungsional

Fungsi masing-masing alat penyambung serat nenas dengan sistem pemanas menggunakan polivinil alkohol ini adalah sebagai berikut :

1. Kerangka alat yang terbuat dari besi siku sebagai penyangga atau tempat meletakkan plat aluminium yang diikat dengan baut dan mur.
2. Plat aluminium dengan ketebalan dan ukuran yang telah ditentukan dan terdiri dari beberapa slot (lubang beralur) berfungsi untuk menyalurkan panas yang dihasilkan oleh elemen listrik serta tempat meletakkan serat nenas yang akan disambung oleh perekat polivinil alkohol.
3. Sebuah elemen listrik yang berfungsi sebagai sumber panas untuk menghasilkan suhu yang dibutuhkan selama proses penyambungan.
4. Alat penggulung berfungsi untuk menggulung benang yang telah disambung.
5. Alat untuk penyambungan yang terbuat dari tabung sebagai tempat perekat polivinil alkohol yang terbuat dari plastik, rangka terbuat dari besi dan terdapat pegas pada rangka.
6. Rangkaian alat pendukung lainnya seperti kipas angin yang berfungsi untuk mengatur suhu yang dihasilkan oleh elemen listrik, sehingga panas yang ditransfer merata pada permukaan aluminium, sedangkan *bearing* berfungsi sebagai bantalan gelinding dari penggulung, sehingga alat penggulung dapat berputar pada poros dan adaptor berfungsi untuk mengubah arus AC yang dihasilkan sumber menjadi arus DC untuk menggerakkan kipas angin.

c. Rancangan Struktural

Rancangan struktural alat penyambung serat nenas dengan sistem pemanas menggunakan polivinil alkohol ini terdiri dari :

1. Kerangka alat yang terbuat dari kerangka besi (siku) ukuran 3 cm x 3 cm dengan dimensi ukuran panjang 100 cm dan lebar 40 cm serta tinggi 70 cm.
2. Aluminium plat dengan ukuran 100 cm x 40 cm dan tebal 3 mm yang terdiri dari beberapa slot (lubang teralur) dengan diameter 2 mm dan kedalaman 1.5 mm.
3. Sebuah elemen listrik dengan daya 350 watt dengan panjang 70 cm
4. Alat penggulung dengan diameter 5,4 cm dan panjang 38 cm
5. Alat perekat yang dibuat secara paralel dengan 4 buah tabung untuk tempat PVA sebagai perekat dengan tinggi 10 cm.
6. Rangkaian alat pendukung lainnya berupa kipas angin DC (12 volt) dan *Bearing*

3.Tahap Modifikasi Alat

Tahap-tahap modifikasi alat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan dan alat yang akan dipergunakan.

2. Pembuatan kerangka untuk tabung perekat PVA alkohol dengan menggunakan plat besi dan besi behel membuat pijakan untuk mengeluarkan perekat PVA alkohol dari dalam tabung pada saat penyambungan.
3. Pada bagian penggulung, alat penggulung dibuat untuk mudah dibongkar pasang dan penggantian alat penggulung

4. Tahap pengujian Alat

Pada tahap pengujian alat, peralatan yang diperlukan yaitu pencatat waktu (stopwatch), penunjuk suhu (termokopel) atau termometer, timbangan, perekat polivinil alkohol, dan neraca pegas. Selanjutnya pengujian alat dilakukan sebagai berikut :

1. Serat daun nenas dipilih yang bersih, alat disambungkan pada sumber listrik untuk mendapatkan panas yang diinginkan untuk mempercepat proses penyambungan.
2. Proses pemanasan plat alumunium dilakukan selama satu jam.
3. Selama satu jam proses pemanasan pada plat alumunium dicatat untuk mengetahui distribusi suhu yang terjadi selama satu jam.
4. Serat daun nenas diletakkan pada slot (lubang beralur) dan ditempat tabung perekat polivinil alkohol, serat akan disambung ± 2 cm.
5. Lama Proses penyambungan serat dicatat.
6. Serat yang telah tersambung langsung digulung agar dapat dilakukan penyambungan secara terus menerus, penyambungan dilakukan selama satu jam.

D. Analisis Teknis

1. Analisis Suhu Permukaan Aluminium

Menurut Holman (1993), untuk mengetahui besarnya suhu pada permukaan aluminium dapat kita gunakan rumus pindah panas secara konveksi dan konduksi sebagai berikut:

$$q_x = \frac{T_1 - T_0}{R_{ci} + R_k + R_{co}} = \frac{Ax(T_1 - T_0)}{1/h_i + \Delta x/k + 1/h_o} \dots\dots\dots (12)$$

keterangan :

- T_1 = suhu permukaan aluminium (K)
- T_0 = suhu bagian dalam (K)
- h_i = koefisien konveksi udara bagian luar ($W/m^2 K$)
- h_o = koefisien konveksi udara bagian dalam ($W/m^2 K$)
- k = konduktivitas panas aluminium ($W/m K$)
- Δx = tebal aluminium (m)
- q_x = panas yang dihasilkan (W)

2. Analisis Kecepatan Rotasi Penggulung

Untuk mengetahui kecepatan rotasi yang ideal dalam penggulungan selama proses penyambungan dan penggulungan dapat digunakan rumus kecepatan.

$$V = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (13)$$

keterangan :

V = kecepatan linear (m/s)

s = panjang lintasan (m)

t = waktu yang diperlukan (s)

Untuk mengetahui besarnya kecepatan rotasi dapat dengan menggunakan hubungan antara kecepatan linear dengan kecepatan sudut.

$$V = 2\pi r\omega \dots\dots\dots (14)$$

keterangan :

r = jari-jari (cm)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

3. Kapasitas Kerja Alat

Kapasitas kerja alat dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$KK = \frac{\text{Jumlah bahan}}{\text{Jumlah waktu}} \text{ (kg/jam)} \dots\dots\dots (15)$$

4. Kebutuhan Daya

Kebutuhan daya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots (16)$$

keterangan :

P = kebutuhan daya listrik (watt)

V = tegangan listrik (volt)

I = arus listrik (ampere)

E. Analisis Pengujian Hasil Penyambungan

Dalam analisis pengujian hasil penyambungan ini, hal-hal yang perlu dianalisis adalah :

1. Pengujian Kekuatan Tarik Benang

Menurut Hartanto dan Watanabe (1993), untuk mengetahui kekeritingan benang digunakan rumus sebagai berikut:

- Cara kering : Benang diikat pada neraca pegas dan diberi beban 0,05 g pada jarak jepit 50 cm, kemudian ditarik hingga putus, yang dinyatakan dalam satuan N/m².
- Cara basah : Benang direndam pada air suling pada 20 ± 20C selama 10 menit. Kemudian diukur kekuatan tariknya dengan menggunakan neraca pegas dan cara pengujian yang sama dengan uji kering, dinyatakan dalam satuan N/m².

2. Kekeringan Benang

Menurut Hartanto dan Watanabe (1993), untuk mengetahui kekeringan benang digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kekeringan (\%)} = \frac{l_1 - l_0}{l_1} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

keterangan :

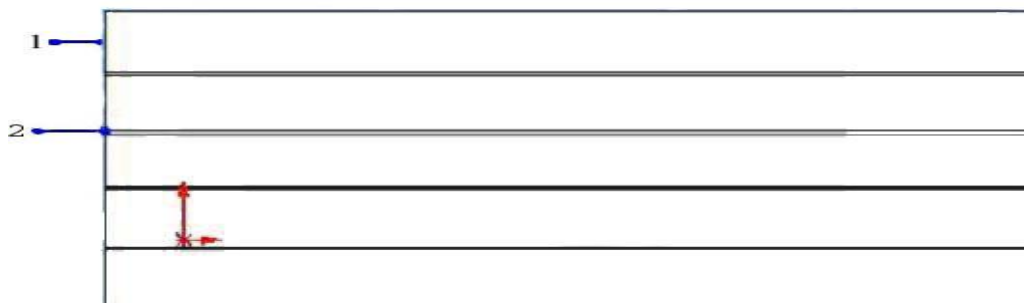
l₀ : Panjang dengan beban 20 mg

l₁ : Panjang dengan beban 50 mg

A. Analisis Rancangan Struktural dan Fungsional

1. Suhu Permukaan alumunium

Suhu permukaan alumunium setelah dilakukan modifikasi hasil yang didapat secara teori sebesar 95,29⁰C, sedangkan suhu awal yang didapat 30⁰C. Sebelum dilakukan modifikasi suhu permukaan alumunium ynag didapat yaitu 95,5⁰C. Sedangkan pada saat dilapangan hasil yang didapat tidak mengalami perubahan yaitu sebesar 80⁰C, suhu ini rata setelah 45 menit. Plat penyambungan alumunium yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



- Keterangan :
1. Plat alumunium
 2. Slot (lubang teralur)

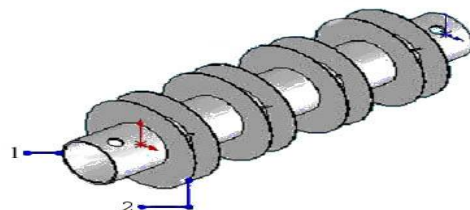
Gambar 1. Plat Penyambungan

Pada bagian plat penyambungan tidak dilakukan modifikasi, suhu yang didapat dilapangan yang tidak sesuai dengan perhitungan secara teoritis ini disebabkan oleh beberapa hal seperti angin, besarnya hambatan dan bahan yang digunakan. Pada pengambilan data dilapangan angin bertiup sangat lambat yaitu sebesar 2 m/s, sedangkan hambatan pada elemen pemanas yang digunakan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam kehilangan panas pada alat penyambung serat nenas. Daya yang seharusnya diperlukan untuk pemanas alat penyambung serat nenas yaitu sebesar 220 V dan arus yang dibutuhkan sebesar 1,59 A, apabila daya yang dibutuhkan tidak sebesar 220 V, maka alat tidak dapat bekerja secara maksimal.

Sedangkan bahan yang digunakan merupakan alumunium murni, alumunium murni merupakan penghantar dalam elemen pemanas yang digunakan. Elemen pemanas dibuat dari kawat tipis dengan dilapisi keramik sebagai isolator, nilai hambatan jenis keramik yang digunakan dalam elemen tersebut sangat besar yang mengakibatkan kehilangan daya pada alat. Penghantar yang baik harus memiliki permukaan yang luas, sehingga hambatan yang ditimbulkan oleh bahan akan semakin kecil. Panjang suatu bahan penghantar sangat mempengaruhi hambatan suatu bahan penghantar dari pengembangan hukum Ohm, tentang hambatan menunjukkan bahwa panjang suatu penghantar menimbulkan hambatan yang besar (Hutauruk, 1996).

2. Kecepatan Rotasi Penggulung

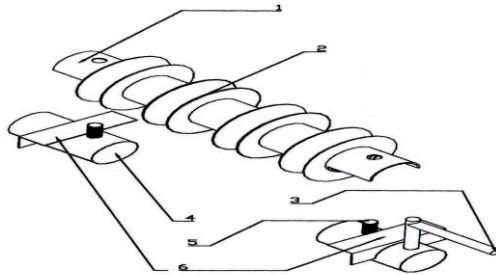
Kecepatan rotasi sebelum dilakukan modifikasi bersifat permanen dan tidak bisa dilepas dengan mudah karena alat penggulung tersebut menyatu dengan rangka alat. Kecepatan penggulung diperoleh dari hubungan kecepatan linier dan kecepatan sudut (persamaan 16). Kecepatan rotasi penggulung sebelum modifikasi diperoleh sebesar 4,92 rpm. Bagian penggulung yang belum dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 2.



Keterangan : 1. Poros penggulung
2. Tempat penggulung

Gambar 2. Bagian Penggulung Sebelum Modifikasi

Setelah dimodifikasi kecepatan penggulung yang diperoleh sebesar 5,063 rpm, kecepatan rotasi penggulung alat penyambung serat neanas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : 1). Panjang plat alumunium, 2). Waktu penyambungan, dan 3) . jari-jari penggulung. Adapaun bagian penggulung yang telah dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 3.



Keterangan : 1. Poros penggulung
 2. Penggulung
 3. Engkol Penggulung
 4. Poros engkol
 5. Baut
 6. Bearing

Gambar 3. Bagian penggulung Setelah Modifikasi

Dengan modifikasi ini apabila kita akan mengganti penggulung dapat dilakukan dengan mudah karena alat ini sudah disesuaikan agar dapat dengan mudah dilepas untuk mengganti. Untuk menggulung serat yang telah disambung harus benar-benar diperhatikan serat yang akan digulung sudah dalam keadaan kering, sehingga pada saat digulung serat tidak terlepas.

3. Waktu yang Diperlukan untuk Penyambungan

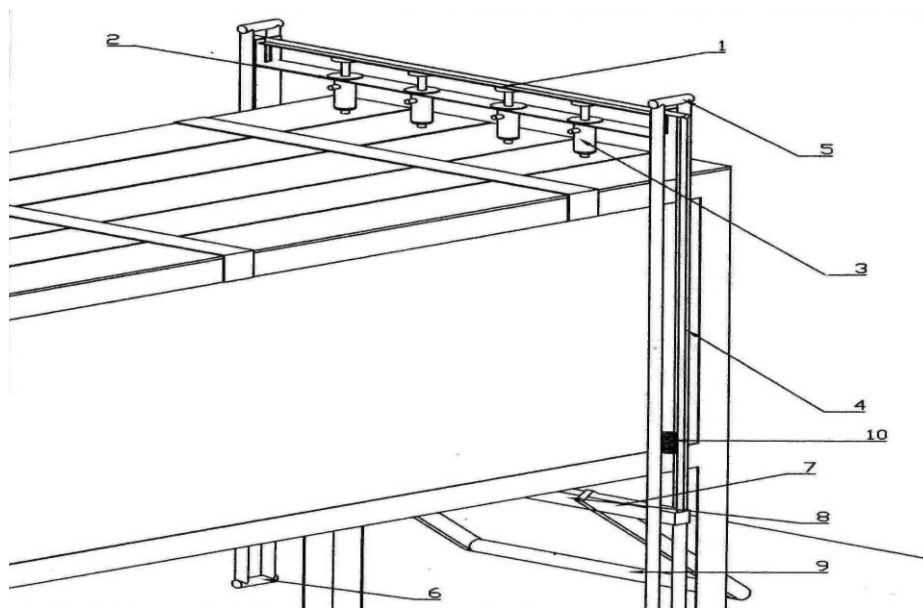
Besarnya waktu yang diperlukan untuk penyambungan yaitu sebesar 39,2 detik untuk alat yang belum dimodifikasi dan banyaknya polivinil yang diperlukan untuk satu kali penyambungan yaitu sebanyak 0,0041 g.

Besarnya waktu untuk penyambungan ini disebabkan karena penyambungan dilakukan dengan menggunakan tangan setelah serat yang disambung dipilin dan diletakkan diatas plat alumunium yang sudah dipanaskan selama satu jam. Sehingga waktu yang diperlukan untuk memilin serat cukup lama.

Waktu rerata dalam satu jam yang didapat setelah alat penyambung serat neanas ini dimodifikasi sebesar 23,82 detik, untuk satu slot (lubang beralur) didapat serat yang

telah tersambung 140 cm dan untuk satu kali penyambungan dibutuhkan polivinil alkohol sebanyak 0,04 g. Dilihat dari waktu yang ada dengan alat setelah dimodifikasi waktu yang diperlukan untuk penyambungan dapat lebih cepat yang tidak membutuhkan waktu yang lama. Apabila serat telah dalam keadaan kering dan proses penyambungan tidak dipengaruhi oleh kadar air maka proses penyambungan dapat dilakukan dengan waktu yang sedikit.

Alat ini dioperasikan oleh dua orang operator, yang satu bertugas untuk menggulung serat apabila serat telah tersambung dan satu operator lagi pada bagian penyambungan. Bagian alat tempat perekat polivinil alkohol dapat dilihat pada gambar 4.



- Keterangan : 1. Penekan untuk perekat
 2. Penahan tabung perekat
 3. Tabung perekat
 4. Lengan penekan
 5. Rangka tempat perekat
 6. Penahan tempat perekat
 7. Lengan penerus gaya
 8. Poros/ as
 9. Pijakan untuk perekat
 10. Pegas

Gambar 4. Bagian Tempat Perekat PVA

Menurut Sunarjono (1990), serat merupakan selulosa murni yang berfungsi sebagai komponen utama penyusun dinding sel tanaman dalam bentuk campuran homolog dan biasanya disertai polisakarida lain dan lignin dalam jumlah yang beragam. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan usia pada daun tanaman akan menambah jumlah polisakarida dan lignin dalam jumlah yang beragam. Pada penyambungan serat nenas dengan menggunakan sistem pemanas, serat yang disambung adalah serat yang benar-benar kering dan bersih, sehingga kandungan yang ada dalam serat tersebut hanya selulosa, sedangkan polisakarida, dan lignin telah dibersihkan pada saat penyerutan dan proses pembersihan dan pengeringan

B. Analisis Teknis

1. Kapasitas Kerja Alat

Kapasitas kerja dari alat penyambung serat nenas dengan sistem pemanas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 18. Hasil perhitungan diperoleh kapasitas kerja alat selama 1 jam sebesar 0,085 kg/jam, dalam 1 jam serat yang tersambung untuk satu slot sepanjang 140 cm. Sedangkan kapasitas kerja alat sebelum dilakukan modifikasi sebesar 0,0212 kg/jam. Kapasitas yang didapat oleh alat penyambung serat nenas ini relatif kecil, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Waktu penyambungan
2. Suhu permukaan alumunium
3. Keterampilan

Dalam melakukan proses penyambungan yang masih bersifat semimanual, keterampilan dari operator sangat dibutuhkan, untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Hasil yang maksimal dapat dicapai apabila operator yang menjalankan alat terampil menggunakannya. Faktor yang sangat menentukan yaitu suhu permukaan dari plat alumunium, apabila suhu permukaan plat alumunium dapat mencapai suhu maksimal maka proses penyambungan dapat dilakukan dengan waktu yang lebih sedikit.

Untuk menjalankan alat ini diperlukan 2 orang sebagai operator, dimana seorang bekerja untuk menjalankan alat untuk merekatkan sambungan serat dan seorang lagi untuk proses penggulungan. Untuk merekatkan sambungan harus dilakukan dengan teliti dalam menggunakan perekat agar tidak terdapat tonjolan pada sambungan perekat harus digunakan sedikit mungkin, sehingga akan didapatkan hasil yang sempurna pada sambungan.

2. Kebutuhan Daya

Daya yang yang dibutuhkan untuk plat alumunium menjadi suhu maksimal yaitu sebesar 220 V dan arus yang seharusnya 1,59 A. Pada pengambilan data dilapangan diperoleh daya sebesar 313,5 W, arus yang diperoleh pada pengambilan data dilapangan sebesar 1,65 ampere dan Sebelum modifikasi daya yang dihasilkan sebesar 317,3 W, sedangkan pada elemen pemanas daya yang seharusnya terpakai sebesar 350 W. Hal ini disebabkan besarnya hambatan pada elemen pemanas yang digunakan yang menyebabkan suhu permukaan alumunium berkurang.

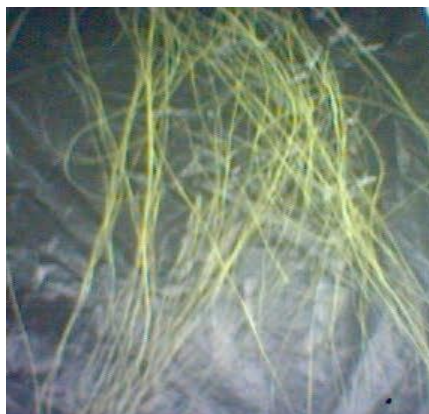
Tegangan dan arus listrik, merupakan faktor yang sangat berpengaruh untuk kebutuhan daya alat penyambung serat nenas ini. Semakin besar arus listrik dan tegangan yang dibutuhkan maka semakin besar pula daya, kedua faktor ini berbanding lurus dengan daya, besarnya hambatan listrik yang ditimbulkan elemen pemanas mengakibatkan turunnya tegangan listrik.

C. Analisis Hasil Penyambungan Serat Nenas

1. Pengujian Kekuatan Tarik

Untuk pengujian kekuatan tarik ini dilakukan dengan dua cara yaitu, pengujian kekuatan tarik dengan uji kering dan pengujian kekuatan tarik dengan uji basah. Sedangkan serat nenas yang akan diuji kekuatannya meliputi; kekuatan tarik serat sebelum penyambungan, kekuatan tarik serat dengan penyambungan biasa (simpul), dan kekuatan tarik dengan menggunakan perekat polivinil alkohol.

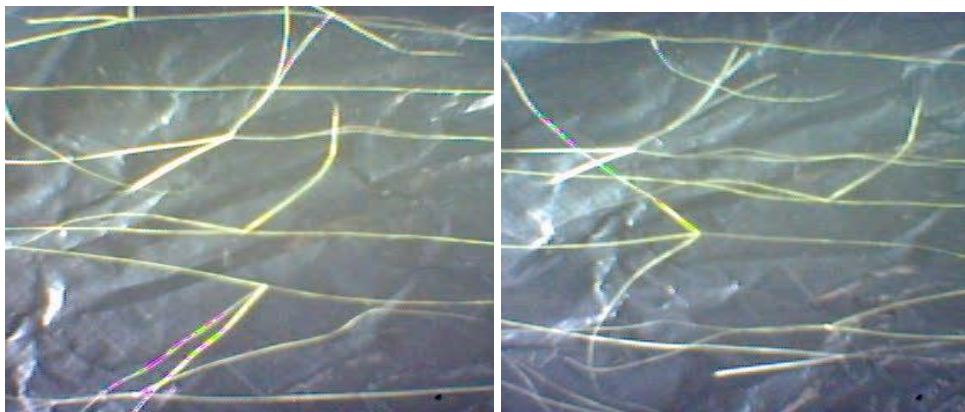
Perbedaan hasil pengujian kekuatan tarik sebelum dan sesudah modifikasi, dikarenakan perbedaan tebal serat pada penyambungan yang tidak sama, sebelum modifikasi serat yang disambung ± 2 mm. Sedangkan setelah modifikasi tebal serat pada penyambungan sebesar ± 1 mm. Pada gambar 5 dapat dilihat serat sebelum penyambungan.



Gambar 5. Serat nenas tanpa penyambungan

Pengujian besarnya kekuatan tarik serat nenas sebelum penyambungan yaitu sebesar $0,110 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ dengan uji kering, dan $0,102 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ dengan uji basah. Sedangkan besarnya kekuatan tarik serat nenas yang dilakukan dengan menggunakan penyambungan simpul yaitu sebesar $0,128 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ uji kering dan sebesar $0,079 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ uji basah.

Pada penyambungan serat dengan menggunakan sistem penyambungan biasa (simpul) ini, masih diperlukan pekerjaan lanjutan setelah melakukan penyambungan dan sebelum melakukan penggulangan, yaitu kegiatan pengguntingan atau mengurangi bagian serat yang berlebih pada proses penyambungan. Pada proses pengguntingan harus dilakukan dengan teliti agar sambungan tidak rusak akibat guntingan dan membuat serat mudah terlepas pada saat penggulangan. Untuk lebih memperjelas keterangan dapat kita lihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penyambungan serat dengan sambung simpul

Pada penyambungan serat dengan menggunakan perekat polivinil alkohol, hasil yang diperoleh sangat berbeda dengan penyambungan yang dilakukan dengan menggunakan penyambungan biasa. Selain nilai kekuatan tarik yang berbeda, hasil penyambungan juga relatif lebih baik karena tidak menimbulkan simpul dan ujung simpul yang berlebih pada proses penyambungan, sehingga selain serat hasil penyambungan kelihatan rapi dan baik, juga tidak diperlukannya kegiatan tambahan yaitu melakukan pengguntingan bagian yang berlebih, sehingga dapat pula meningkatkan produktivitas pengolahan serat nenas, sambungan serat akan lebih baik lagi apabila serat yang akan sambung dalam keadaan kering, sehingga proses penyambungan tidak dipengaruhi oleh kadar air.

Kekuatan tarik serat nenas dengan penyambungan menggunakan perekat polivinil alkohol ini yaitu sebesar $0,567 \times 10^{10}$ N/m² dengan cara uji kering dan $0,088 \times 10^{10}$ N/m² dengan cara uji basah. Penyambungan dengan menggunakan polivinil alkohol ini dapat kita lihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Penyambungan dengan menggunakan perekat PVA

Tabel 5. Pengujian Kekuatan Tarik setelah modifikasi

Pengujian kekuatan tarik	Sebelum penyambungan	Penyambungan biasa (simpul)	Menggunakan polivinil alkohol
Cara kering	$0,110 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,128 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,567 \times 10^{10}$ N/m ²
Cara basah	$0,102 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,079 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,088 \times 10^{10}$ N/m ²

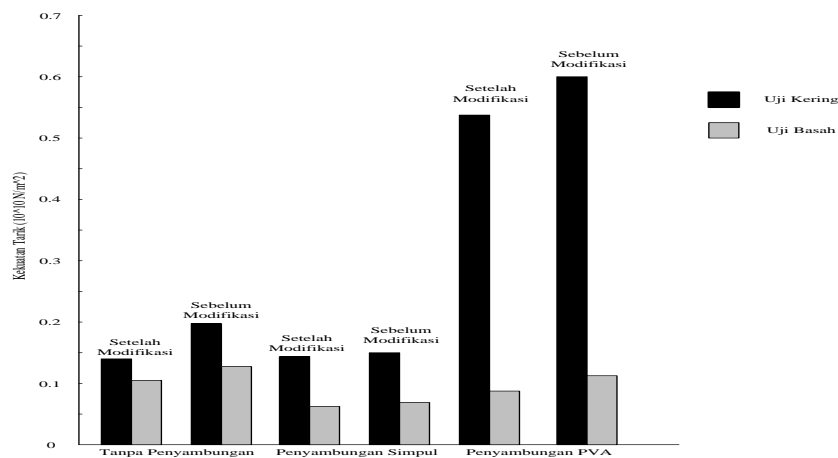
Pada serat nenas yang belum dilakukan penyambungan, kekuatan tarik serat nenas sebesar $0,110 \times 10^{10}$ N/m², dan pada kekuatan tarik serat nenas dengan menggunakan penyambungan biasa kekuatan tarik sebesar $0,128 \times 10^{10}$ N/m², sedangkan dengan penyambungan polivinil alkohol kekuatan tarik meningkat menjadi $0,567 \times 10^{10}$ N/m². Pada tabel 6. dapat kita lihat kekuatan tarik sebelum alat dimodifikasi.

Tabel 6. Pengujian Kekuatan Tarik sebelum modifikasi

Pengujian kekuatan tarik	Sebelum penyambungan	Penyambungan biasa (simpul)	Menggunakan polivinil alkohol
Cara kering	$0,192 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,136 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,595 \times 10^{10}$ N/m ²
Cara basah	$0,101 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,083 \times 10^{10}$ N/m ²	$0,066 \times 10^{10}$ N/m ²

Pada serat nenas dengan penyambungan simpul, pada saat dilakukan pengujian kekuatan tarik dengan uji kering, bagian serat yang putus (lepas) yaitu pada bagian

penyambungan, sedangkan pada serat nenas penyambungan dengan menggunakan perekat polivinil alkohol bagian serat yang putus yaitu pada bagian yang tidak disambung. Kekuatan tarik serat ini dapat kita lihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram kekuatan tarik serat

Pada penyambungan dengan menggunakan polivinil alkohol (PVA), kekuatan tarik meningkat karena polivinil alkohol memiliki daya ikat yang cukup baik dan tinggi. Pada penyambungan yang dilakukan dengan PVA, serat daun nenas diletakkan pada plat aluminium tempat polivinil alkohol yang akan dikeluarkan dengan menggunakan penekan. Selama proses penyambungan PVA yang digunakan sedikit sekali dan diusahakan supaya tidak terjadi gumpalan perekat yang berlebih yang dapat menimbulkan tonjolan. Di samping itu, penyambungan yang dilakukan memiliki daerah penyambungan dengan jarak ± 2 cm, sehingga antara ujung serat yang satu dengan ujung serat yang lain benar-benar tersambung dengan baik. Polivinil alkohol memiliki daya ikat yang tinggi oleh pemanasan, dan polivinil alkohol akan membentuk gel pada pencampuran dengan air dengan suhu tinggi.

Menurut Hartanto dan Watanabe (1993), kekuatan serat dalam keadaan kering memiliki kekuatan tarik antara $0,2654 \times 10^{10}$ N/m² hingga $2,3885 \times 10^{10}$ N/m², sedang dalam keadaan basah serat harus memiliki kekuatan tarik antara $0,0327 \times 10^{10}$ N/m² hingga $1,1943 \times 10^{10}$ N/m². Serat daun nenas merupakan serat yang memiliki kekuatan tarik yang cukup baik, karena sebelum dilakukan penyambungan serat memiliki kekuatan tarik sebesar $0,110 \times 10^{10}$ N/m² dengan uji kering, dan $0,102 \times 10^{10}$ N/m² dengan uji basah.

Pada pengujian kekuatan tarik serat nenas dengan cara basah, kekuatan tarik serat nenas dengan penyambungan menggunakan perekat polivinil alkohol memiliki kekuatan tarik yang sangat rendah dibandingkan dengan serat nenas tanpa

penyambungan dan dengan penyambungan menggunakan simpul. Hal ini terjadi karena polivinil yang digunakan sebagai perekat pada penyambungan serat nenas ini mengalami reaksi atau mengalami penurunan daya ikatnya karena direndam dengan menggunakan air suling.

Polivinil alkohol adalah polimer tinggi yang dapat larut dalam air. Di dalam air larutan PVA adalah koloidal, sehingga rendahnya suhu permukaan maka akan membentuk polivinil alcohol menjadi cair dan bentuk gel pada suhu tinggi akan hilang (Hartanto dan Wanabe, 1993). Hal itulah yang menyebabkan kekuatan tarik pada serat nenas dengan penyambungan menggunakan PVA lebih kecil dibandingkan kekuatan tarik serat nenas sebelum penyambungan dan serat nenas dengan penyambungan biasa (simpul). Pada saat dilakukan pengujian secara basah, polivinil alkohol menjadi cair dan menurun daya ikatnya. Karena tidak adanya simpul dalam penyambungan ini membuat penyambungan serat nenas menjadi lepas dengan diberi beban maksimum.

2. Pengujian Kekeritingan

Pengujian kekeritingan serat daun nenas dilakukan dengan memberikan beban 50 mg pada serat daun nenas dan dilakukan perhitungan data dengan menggunakan persamaan (17). Dari Pengolahan data yang dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut Tabel 7. Pengujian kekeritingan serat daun nenas setelah modifikasi

Jenis serat	Kekeritingan (%)
Serat sebelum penyambungan	1,4376
Serat dengan penyambungan simpul	1,6451
Serat penyambungan dengan polivinil alkohol	1,1778

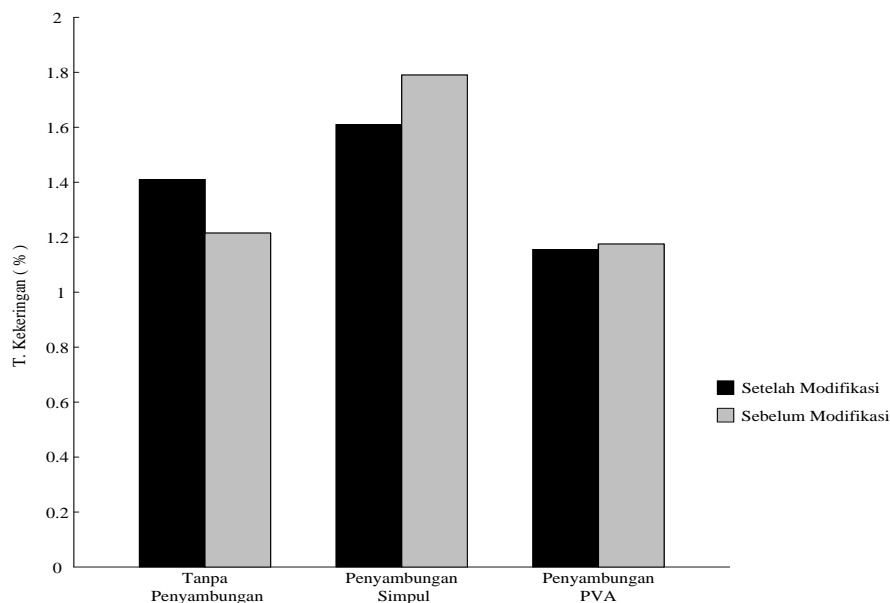
Dari Tabel 7 ini kita ketahui bahwa nilai kekeritingan yang terbesar yaitu pada penyambungan dengan menggunakan simpul. Hal ini terjadi karena simpul yang digunakan dalam penyambungan menimbulkan tonjolan pada serat daun nenas yang disambung. Sambungan dengan tonjolan ini mengakibatkan serat menjadi tertekan dan menambah kekeritingan pada serat daun nenas hasil sambungan.

Tabel 8. Pengujian kekeritingan serat daun nenas sebelum modifikasi

Jenis serat	Kekeritingan (%)
Serat sebelum penyambungan	1,284
Serat dengan penyambungan simpul	1,792
Serat penyambungan dengan polivinil alkohol	1,182

Tingkat kekeritingan sebelum modifikasi dengan menggunakan perekat polivinil alkohol sebesar 1,182 % dan setelah modifikasi 1,1778 %. Perbedaan angka yang tidak terlalu terlihat ini disebabkan kesalahan dalam melihat angka yang ada di neraca pegas yang digunakan pada saat pengambilan data.

Tingkat kekeritingan yang terendah yaitu menggunakan penyambungan dengan perekat polivinil alkohol. Hal ini dapat terjadi karena perekat polivinil alkohol memiliki daya ikat yang cukup tinggi, sehingga mengakibatkan serat daun nenas merekat dengan baik dan sedikit mengalami kekakuan. Kekeritingan serat nenas ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Histogram tingkat kekeritingan serat nenas

Menurut Hartanto dan Watanabe (1993), tingkat kekeritingan yang dimiliki oleh serat yaitu harus di bawah 4%, dan kekeritingan dari serat ini sangat ditentukan oleh jenis bahan baku pembentuk serat. Nilai kekeritingan serat ini sangat mempengaruhi mutu dari kain yang dihasilkan, dan kekeritingan serat ini sangat menentukan proses pemintalan.

V. PENGGUNAAN KOMBINASI ZAT WARNA DAN LAMA PENCELUPAN TERHADAP SIFAT FISIK SERTA KUALITAS SERAT NENAS

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri tekstil menggunakan bermacam-macam serat baik serat yang langsung diperoleh dari alam maupun serat buatan untuk bahan bakunya. Serat tekstil sebagai bahan baku mempunyai peranan yang sangat penting karena sifat serat menentukan sifat bahan tekstil jadinya. Selain itu proses pengolahan yang dilakukan pada serat tekstil juga harus didasarkan pada sifat-sifat seratnya (Moerdoko, *et al.*, 1975).

Menurut Moerdoko *et al.* (1975), jumlah produksi serat alam dari tahun ke tahun dapat dianggap tetap, tetapi persentase terhadap seluruh produksi serat-serat tekstil semakin lama semakin menurun karena peningkatan yang pesat dari produksi serat-serat tekstil buatan. hal ini antara lain disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Perkembangan serat-serat alam terbatas pada areal tanah dan iklim.
2. Pertambahan penduduk dunia dan peningkatan standar hidup.
3. Sifat serat buatan non selulosa pada umumnya lebih baik dibanding serat-serat alam kecuali daya serat dan ketahanan panasnya.
4. Produksi serat-serat buatan dapat dikendalikan baik dalam hal jumlah, sifat-sifat, bentuk dan ukurannya.

Salah satu ciri yang dimiliki oleh semua jenis serat yaitu ukuran panjangnya yang relatif jauh lebih besar dibanding ukuran lebarnya. Sifat atau karakteristik dari serat semata-mata ditentukan oleh bentuk yaitu perbandingan antara panjang dan lebarnya. Panjang serat pada umumnya beberapa ratus kali dari lebarnya. Perbandingan yang besar ini perlu untuk memperoleh sifat fleksibilitas sehingga serat-serat tersebut dapat dipintal menjadi benang (Jumaeri *et al.*, 1977)

Serat daun nenas telah dikenal sebagai bahan baku untuk tekstil dan kertas di beberapa tempat di dunia. Pada tahun 1960-an, petani-petani di Filipina dan Formosa sengaja memelihara tanaman nenas terutama untuk diambil daunnya sebagai bahan baku serat kualitas tinggi. Akan tetapi penggunaan daun nenas akhirnya berkurang akibat munculnya serat-serat sintetik yang segera menguasai pasar (Kartiwa *et al.*, 1986).

Penggunaan zat warna terutama tentang beragam warna dan jenis zat warnanya sangat sulit diperoleh. Hal ini disebabkan masalah pewarnaan adalah masalah mode dan selera yang sukar diperhitungkan sehingga jenis zat warna serta macam warna dari

tahun ke tahun sangat bervariasi. Kadang suatu jenis zat warna pada satu tahun cukup banyak diperlukan, tetapi pada tahun sebelumnya atau tahun mendatang jumlah yang diperlukan menurun (Soeprijono dan Soenarjono, 1985).

Pencelupan pada tekstil umumnya harus dipilih zat warna dan zat-zat pembantu yang tepat untuk masing-masing serat yang membentuk kain sesuai dengan penggunaannya. Zat warna dipilih sesuai dengan jenis bahan yang akan dicelup, ketahanan yang dikehendaki, penyesuaian warna yang diinginkan dan harga yang terjangkau (Hartanto dan Watanabe, 1993). Serat nenas termasuk dalam serat selulosa yang dapat dicelup dengan berbagai zat warna seperti zat warna bejana, reaktif, naphthol, direk, pigmen dan bilerang (Elang *et al.*, 1996).

Pencelupan adalah proses pemberian warna pada bahan secara merata dengan zat pewarna. Pencelupan dapat dibagi dalam pencelupan terendam dan pencetakan tekstil. Pada pencelupan terendam serat yang akan dicelup dimasukkan ke dalam larutan warna dan zat-zat pembantu, dilarutkan pada konsentrasi dan lama pencelupan yang sesuai (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Mutu serat terhadap zat warna dan lama pencelupan mempengaruhi produktivitas tekstil. Hasil yang memenuhi selera dan mutu estetis hanya dapat dibuat dengan menggabungkan cara pencelupan yang rata, cara penyelesaian dan perencanaan yang kreatif untuk menghasilkan serat nenas yang berkualitas (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Para pengrajin pada industri rumah tangga biasanya mengambil upahan untuk mewarnai kain, baik itu dari bahan sutera atau bahan lain, tetapi pada umumnya yang diwarnai adalah bahan sutera. Sedangkan kain dari bahan serat nenas jarang ditemukan dan peralatan yang digunakan juga cukup sederhana. Keberadaan proses pembuatan dan pewarnaan serat nenas ini diharapkan dapat menciptakan peluang bisnis baru bagi para petani dan masyarakat umumnya sehingga daun tanaman nenas yang selama ini dibuang, dapat diolah menjadi produk yang lebih berguna dan bernilai ekonomis, terutama dalam memajukan industri tekstil (Soeprijono dan Soenarjono, 1985).

A. Daun Nenas

Tinggi tanaman nenas dapat mencapai 90-100 cm atau lebih, daun membentang sepanjang 100-150 cm dan kadang-kadang berduri untuk jenis tertentu. Jumlah daun setiap pohon dewasa dapat mencapai 60-80 lembar atau 3-5 kg dengan kadar air sekitar 86%. Pada umumnya limbah tanaman nenas terdiri dari 90 % daun, 9 % tunas batang

dan 1 % batang. Daun berbentuk roset dan makin panjang ke arah atas permukaan tanah. Daun yang rimbun ini melekat pada batang yang pendek. Permukaan atas daun nenas halus, sedangkan permukaan bawah mempunyai banyak alur sepanjang tahun. Daun nenas bisa berwarna hijau tua atau cokelat kemerah-merahan dan mengkilap (Kartiwa *et al.*, 1986).

Daun nenas panjang, liat dan tidak mempunyai tulang utama pada tepi daunnya. Daun nenas ada yang memiliki duri tajam dan ada yang tidak berduri, selain itu ada pula yang durinya hanya di ujung daun. Daun nenas tersusun rapi menuju ke satu arah menghadap ujung daunnya. Bunga tersusun majemuk, tumbuh bersama pada tangkai buah yang kokoh. Bakal biji terdapat dalam rongga buah majemuk yang berdiri tegak pada tangkainya yang disebut sinkarpik (Sunarjono, 1990).

Menurut Kartiwa *et al.* (1986), permukaan bawah daun dilapisi oleh lapisan “trichome” yang berwarna putih perak, yaitu rambut-rambut bersel banyak (multiseluler) berbentuk cakram yang menutupi epidermis. Kepala berbentuk cakram yang dari sel-sel mati yang berisi udara sehingga memberikan warna putih mengkilap seperti perak. Daun nenas mempunyai jaringan penyimpan air di bawah hypodermis bagian atas. Jaringan Hypodermal yang terdapat di bawah epidermis terdiri dari beberapa sel yang menutupi bagian yang lebih dalam. Pada daerah yang tertutup ini terdapat beberapa jaringan dan organ penting, yaitu jaringan penyimpan air, mesophyl yang mengandung chlorophyll, saluran aerasi berkas pembuluh dan berkas serat. Serat daun nenas termasuk panjang dan halus, tetapi kekuatan tariknya rendah bila dibandingkan dengan serat lainnya.

Tabel 1. Kekuatan tarik serat beberapa tanaman bukan kayu

Serat tanaman relatif	Kekuatan tarik
Nenas (Cayenne)	29
Sisaliana	71
Jute	55
Cotton	75
Hemp	56

Sumber : Kartiwa *et al.*, 1986

Tanaman nenas di Indonesia sudah menyebar merata di beberapa daerah. Walaupun sudah menyebar merata, Indonesia hingga saat ini hanya mampu mengekspor sebagian kecil saja dari kebutuhan dunia, yaitu 5 %. Padahal menurut proyeksi, kebutuhan nenas dunia akan meningkat 50% dari kebutuhan dunia saat ini. Oleh sebab itu untuk memenuhi kebutuhan ini diperlukan pemasokan nenas yang sangat besar, tentu saja hal ini akan menjadi prospek yang baik bagi Indonesia (Widyastuti, 1993).

Prospek agribisnis buah-buahan, khususnya nenas sangat cerah baik di pasar dalam negeri (domestik) maupun sasaran pasar luar negeri (ekspor). Permintaan pasar dalam negeri terhadap buah nenas cenderung terus meningkat sesuai dengan pertumbuhan jumlah penduduk, makin baiknya pendapatan masyarakat dan makin bertambahnya bahan baku industri pengolahan buah-buahan. Limbah atau hasil ikutan (*by product*) nenas terutama belum banyak dimanfaatkan oleh industri-industri makanan, kertas dan tekstil (Rukmana, 1996).

B. Serat Nenas

Serat adalah sebuah zat yang panjang, tipis, dan mudah dibengkokkan. Serat yang ideal dibatasi sebagai zat yang penampangnya nol, tidak mempunyai tahanan terhadap lenturan, puntiran dan tekanan dalam arah memanjang, tetapi mempunyai tahanan terhadap tarikan dan akan mempertahankan keadaan lurus. Serat sebenarnya tetap mempunyai penampang dan tahanan terhadap lenturan, puntiran dan tekanan. Faktor-faktor tersebut walaupun kecil mempengaruhi hasil-hasil tekstil. (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Menurut Soeparman *et al.* (1977), serat yang paling banyak digunakan dalam industri tekstil adalah serat alami yang berasal dari nabati. Serat nabati dibedakan berdasarkan bagian-bagian tanaman yang menghasilkan serat tersebut. Serat yang berasal dari biji atau buah adalah kapas dan kapuk. Serat yang diambil dari kulit batang antara lain serat Jute, serat flax, serat ramie, serat henep, serat kenaf, rosella dan urena. Serat abaca dan serat manila merupakan contoh serat yang diambil dari daun. Selain serat abaca dan manila yang diambil dari daun, serat daun nenas juga dapat digunakan sebagai bahan baku tekstil.

Menurut Hartanto dan Watanabe (1993), serat tidak mempunyai kekuatan yang lunak. Kain yang dibuat dari serat demikian akan menjadi datar dan tipis, yang tidak sesuai untuk dibuat pakaian. Karena menyimpang dari keadaan yang dicita-citakan, serat sebenarnya kadang-kadang memberi corak yang bagus dan nilai tinggi pada hasil

tekstil. Oleh karena itu kain dibuat untuk memenuhi selera atau rasa artistik. Benang adalah bahan yang dibuat dari seikat serat yang dipilin.

Serat mempunyai peranan sangat penting dalam perkembangan kimia polimer. Tujuan menirukan beberapa sifat serat alam dicapai dengan dihasilkannya nilon pada tahun 1930-an. Sejak saat itu sejumlah besar polimer telah dikembangkan untuk berbagai macam ciri serat. Sebagian besar serat tiruan yang lazim digunakan kini pertama kali dibuat antara tahun 1930-1950. Sejak saat itu kemajuan terbesar dalam teknologi serat diarahkan kepada memperbaiki cara pembuatan dan perubahan bahan serat untuk mendapatkan kualitas hasil akhir yang lebih baik. Walaupun serat alam dan tiruan banyak digunakan untuk pembuatan barang niaga, namun kita mungkin lebih mengenal penggunaannya dalam tekstil (Pine *et al.*, 1988).

Pembuatan tali serat nenas saat ini masih banyak dilakukan secara manual dengan menggunakan peralatan yang sederhana yaitu sebuah kincir yang diputar dengan tangan, digunakan untuk memilin serat. Dengan bantuan seseorang yang memisahkan dan mengatur serat sambil mengulur serat itu agar terpilin dan tersambung maka dihasilkan tali dengan diameter tertentu. Untuk tali yang lebih besar diameternya, dilakukan penggabungan dan pemilinan tali yang mempunyai diameter yang lebih kecil (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Kekuatan di sepanjang serat diberikan oleh susunan molekul dan suatu tingkat kesetangkupan struktur. Rantai polimer masing-masing harus cukup dekat antara yang satu dengan yang lainnya untuk bisa mengembangkan gaya antar molekul yang nisbi kuat. Secara normal gaya itu meliputi pengikatan hidrogen, gaya tarik menarik dipol, gaya van der Waals, atau gabungannya. Jika susunan molekul dan gaya antar molekulnya terlalu besar, polimernya dapat menjadi sangat berkrystal dan kaku dan mungkin tidak sesuai sebagai serat. Serat tiruan yang paling kuat hanya kira-kira 50% berbentuk kristal (Pine *et al.*, 1988).

Serat dan benang mempunyai banyak sifat fisik dan kimia lainnya yang akan saling mempengaruhi dan hal ini akan menentukan nilai yang luas dari hasil-hasil tekstil. Dari sifat-sifat tersebut, tiga sifat utama yang mempengaruhi serat dalam proses pembuatannya adalah : ukuran yang kecil dan bobot yang ringan, gaya gesek yang kecil dan kecendrungan untuk membangkitkan listrik statis. Oleh karena itu cara-cara penanganan serat harus didasarkan atas pengalaman yang luas dan pengembangan cara-cara baru harus dilaksanakan berdasarkan faktor-faktor tersebut. (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Menurut Rasyid *et al.* (1976), industri tekstil menggunakan bermacam-macam serat, baik serat-serat yang langsung diperoleh dari alam maupun serat-serat buatan untuk bahan bakunya. Sebagai bahan baku, serat tekstil mempunyai peranan yang sangat penting karena sifat serat menentukan sifat bahan tekstil jadinya. Selain itu proses pengolahan yang dilakukan pada serat-serat tekstil harus didasarkan pula pada sifat-sifat seratnya.

a. Bentuk dan Sifat Serat

Salah satu yang dimiliki oleh semua serat ialah ukuran dan panjangnya yang relatif jauh lebih besar dibanding lebarnya. Sifat karakteristik serat hanya ditentukan oleh bentuknya yaitu perbandingan yang besar antara panjang dan lebar dan tidak ditentukan oleh zat-zat pembentuknya. Panjang serat biasanya beberapa ratus kali dari lebarnya, perbandingan yang sebesar ini perlu memperoleh sifat fleksibel sehingga serat tersebut dapat dipintal menjadi benang (Rasyid *et al.*, 1976).

b. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan sifat serat yang paling penting supaya serat-serat tersebut tahan terhadap tarikan-tarikan dalam proses pemintalan dan pertenunan, sehingga kain jadinya akan mempunyai kekuatan yang cukup besar. Kekuatan serat biasanya dinyatakan dalam g per denier (denier adalah berat dalam g dari serat sepanjang 9.000 m). Kekuatan serat dalam keadaan kering harus lebih besar dari 1,2 g / denier, dan dalam keadaan basah harus lebih besar dari 0,7 g / denier. Kekuatan dalam keadaan basah yang diperlukan lebih rendah dibanding keadaan kering karena pengerjaan-pengerjaan basah biasanya dilakukan setelah serat-serat tersebut menjadi benang atau kain. Serat-serat yang lemah misalnya wol mempunyai kekuatan $\pm 1,5$ g/denier, sedangkan serat yang kuat misalnya nylon mempunyai kekuatan ± 6 g / denier (Rasyid *et al.*, 1976).

c. Mulur dan Elastisitas

Elastisitas adalah kemampuan serat untuk kembali ke panjang semula setelah mengalami tarikan. Untuk serat tekstil diharapkan memiliki elastisitas yang baik dan mulur saat putus minimum 10%. Kain-kain yang dibuat dari serat tersebut biasanya stabilitas dimensinya baik dan tahan kusut (Jumaeri, *et al.*, 1977).

Apabila serat diregang atau di *stretch* sebanyak 10 persen yaitu dari 100 cm menjadi 110 cm dan kemudian ketika tegangan dilepaskan panjang serat itu kembali menjadi sama dengan penjang asalnya 100 cm, ini disebut mempunyai elastisitas yang

sempurna (100%). Apabila pada kenyataan lain serat itu memendek kembali menjadi 102 cm, maka dinyatakan serat itu mempunyai elastisitas 80 % (Moncrieff, 1983).

Pada serat-serat buatan dimungkinkan untuk membuat serat dengan kekuatan tinggi tetapi mulur saat putus rendah atau kekuatan sedang tetapi mulur saat putus tinggi. Hal ini dapat dicapai dengan mengubah derajat penarikan pada waktu pembuatan serat. Semakin tinggi derajat penarikan, maka semakin tinggi kekuatan serat dan semakin rendah mulurnya (Jumaeri *et al.*, 1977).

d. Kehalusan Serat

Pada umumnya serat-serat yang halus dipilih untuk menghasilkan benang yang kuat, mendapatkan pegangan yang baik dan gaya isolasi panas yang baik karena serat-serat yang halus mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga lebih banyak menahan udara dalam kain dan memperbesar gesekan antar serat. Akan tetapi serat yang halus kurang tahan terhadap gesekan (Moncrieff, 1983).

C. Klasifikasi Serat

Serat dan benang juga mempunyai banyak sifat fisik dan kimia lainnya yang akan saling mempengaruhi. Serat untuk pembuatan benang pada industri tekstil dapat digolongkan ke dalam beberapa bagian antara lain seperti dijelaskan pada Tabel 2 (Tata, 2000).

Tabel 2. Klasifikasi serat tekstil

<i>- Serat kimia atau serat buatan</i>	<i>- Serat Alam</i>
1. Serat regenerasi a. Selulosa - (Rayon) Rayon viskus - Rayon biasa - (Serat polinosik) - (Kupra) [Rayon kuprammonium] 2. Serat semi sintetik b. Selulosa - (Asetat) - Asetat - (Triasetat) c. Serat protein - (Promiks) 3. Serat sintetik - Poliamid (Nilon)-Nilon 6, Nilon 66, Nilon aromatik - Polivinil alcohol (Vinilon) - Poliviniliden (Viniliden) - Polivinil klorida (Polivinil klorida)	1. Serat tumbuhan – kapas, flaks rami, jute 2. Serat binatang – wol, sutera 3. Serat galian - asbes

- Poliester (polyester)
- Poliakilonitril (Akril)-Akril(Akril)
- Polietilen (polietilen)
- Polipropilen (Polipropilen)
- Polialkilene paraoksibenzoat (Benzoat)
- Lainnya-Fenol, polifluoroetilen

4. Serat organik – Serat gelas (gelas), serat karbon

Sumber: Surdia dan Saito, 2000

Cara yang digunakan untuk pembentukan serat bergantung pada sifat bahan polimer. Ciri bahan polimer adalah akibat penting lain dari struktur molekul. Serat alam, wol dan kapas memiliki struktur yang sangat polar dan nisbi mantap dilihat dari segi bahan. Pada umumnya serat tiruan meleleh karena cara yang digunakan untuk pembentukan serat bergantung pada sifat bahan polimer. Polimer yang mantap sebagai lelehan adalah mudah meleleh melalui cetakan berlubang-lubang halus dan menghasilkan benang yang dipintal menjadi serat. Ciri terakhir yang diperlukan bagi polimer serat yang digunakan dalam tekstil adalah mudah untuk diberi zat warna atau dicelup. Apabila zat warna dikenakan pada serat, maka sifat fisika serat tidak boleh mengalami perubahan yang mencolok. Warna bahan atau kain jadinya harus tetap tahan terhadap cahaya dan pencucian (Pine *et al.*, 1988). Menurut Elang *et al.* (1996), serat nenas mempunyai komposisi seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi serat nenas

Komposisi	Konsentrasi (%)
- Alpha Cellulosa :	69,5 - 71,5
- Abu :	0,71 - 0,87
- Lemak dan Wax :	3,0 - 3,3
- Lignin :	4,4 - 4,7
- Pentosan :	17,0 - 17,8
- Pectin :	1,0 - 1,3
- Uronic anhydrade :	4,5 - 5,3

Mutu serat terhadap panas dan pencelupan mempengaruhi pekerjaan dan produktivitas tekstil. Hasil yang mempengaruhi selera dan mutu estetis hanya dapat dibuat dengan menggabungkan cara-cara pewarnaan yang dapat menghasilkan

pewarnaan yang rata, cara-cara penyelesaian (*finishing*) yang dapat menghasilkan corak yang lebih menarik dan perencanaan yang kreatif untuk pakaian jadi (Hartanto dan Watanabe, 1993).

D. Pencelupan dan Penyempurnaan

Pencelupan dan penyempurnaan keduanya bertujuan meningkatkan nilai komersial dari kain. Nilai komersial ini berhubungan dengan nilai indra seperti warna, pola dan mode, nilai-nilai guna yang tergantung dari apakah produk akhir digunakan untuk pakaian, barang-barang rumah tangga atau penggunaan lain. Selain itu nilai-nilai guna sebagai pakaian tergantung pada tingkatan yang dikehendaki dari sifat-sifat penyesuaian seperti misalnya sifat-sifat penggunaan, sifat-sifat pengolahan, sifat-sifat perombakan dan sifat-sifat sebagai cadangan. Nilai-nilai ini dapat diberikan dengan cara-cara yang beraneka ragam oleh bermacam-macam bahan, serat-serat, benang-benang, kain tenun, dan kain rajut, bermacam-macam cara proses, termasuk pencelupan. Pencelupan adalah salah satu yang meningkatkan nilai indera yang menimbulkan bulu-bulu pada kain, menghaluskan dan dalam beberapa hal, dengan membuatnya anti kusut dan kedap air

(Hartanto dan Watanabe, 1993).

1. Jenis-jenis Zat Pewarna

Menurut Duma *et al.* (1988) saat ini dipergunakan bermacam-macam jenis zat warna untuk pencelupan tekstil yang tergantung pada jenis serat yang akan diwarnai. Zat warna tekstil tidak digolongkan berdasarkan struktur kimianya, melainkan berdasarkan sifat-sifat pencelupannya maupun penggunaannya. Zat warna tersebut terdiri dari :

1. Zat Warna Asam

Zat warna ini merupakan garam natrium dari asam-asam organik misalnya asam sulfat atau asam karboksilat yang digunakan dalam suasana asam dan memiliki daya serap langsung terhadap protein atau poliamidi.

a. Golongan 1

Zat warna asam celupan rata. Golongan ini memerlukan asam kuat dalam pencucian, misalnya asam formiat dan asam sulfat. Zat warna asam golongan ini sering disebut zat warna asam terdispersi molekul dan pada umumnya mempunyai ketahanan luntur warna yang baik tetapi ketahanan luntur terhadap pencucian kurang.

b. Golongan 2

Zat warna asam celupan asam, golongan ini memerlukan asam lemah dalam pencelupannya seperti asam asetat pH antara 5-6. Zat warna ini mempunyai sifat lebih mudah membentuk larutan koloidal.

c. Golongan 3

Zat warna asam celupan netral, golongan ini tidak perlu menambah asam-asam dalam pencelupan. Pada suhu rendah akan terdispersi molekuler penambahan amonium adalah untuk membantu penyerapan zat warna.

2. Zat Warna Basa

Zat warna ini mempunyai daya serap langsung terhadap serat-serat protein. Beberapa zat warna basa yang telah dikembangkan dapat juga digunakan untuk mewarnai serat poliaklirat.

3. Zat Warna Direk

Zat warna ini menyerupai zat warna asam, yakni merupakan garam natrium dan asam sulfonat dan hampir seluruhnya merupakan senyawa-senyawa azo. Zat warna ini memiliki macam warna tetapi sifat ketahanan terhadap kelunturan adalah kurang baik.

4. Zat Warna Belerang

Zat warna belerang merupakan senyawa organik kompleks yang mengandung belerang pada sistem kromotornya dan gugusan samping yang berguna dalam pencelupan. Zat ini digunakan untuk serat-serat selulosa, tetapi harganya cukup mahal.

5. Zat Warna Bejana

Zat warna ini tidak larut dalam air, biasanya digunakan untuk serat selulosa. Zat warna ini dapat dikembalikan dalam struktur aslinya di dalam serat dengan cara oksidasi dalam suasana asam.

6. Zat Warna Reaktif

Zat warna ini dapat bereaksi dengan selulosa atau protein sehingga memberikan ketahanan luntur warna yang baik. Reaktifitas zat warna ini bermacam-macam sehingga dapat digunakan pada suhu rendah dan suhu tinggi.

7. Zat Warna Naphthol

Naphtholene sering disebut dengan nama "naptol", merupakan obat pewarna reaktif dan sintesis. Jenis naphthol adalah jenis obat pewarna yang kaya dengan aneka warna sebab dapat dikombinasikan satu dengan yang lainnya. Naphthol tidak dapat bekerja sendiri untuk menimbulkan warna, tetapi harus direaksikan dengan garam

diazonium (biasa disebut ” garam ”), sehingga adalah pembangkit warna naphthol dan kedua obat ini mudah digunakan dalam larutan.

2. Air

Air adalah sumber produksi yang paling penting untuk pencelupan dan penyempurnaan serta diperlukan jumlah air yang besar. Penentuan lokasinya adalah hal yang sangat penting dan sangat mempengaruhi hasil pencelupan serta penyempurnaan. Selain itu hampir seluruh air yang digunakan dicemari oleh bermacam-macam zat pembantu pencelupan, sisa-sisa serat sebagainya dan persoalan pengolahan air pembuangan tidak dapat diabaikan oleh industri pencelupan (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Tabel 4. Kualitas air sesuai untuk pencelupan

Unsur pengukuran mutu air	Nilai standar
Kesadahan air	0-30
SiO ₂	15-20
Bikarbonat	0
pH	6,5-7,4
Besi	0,05
Mangan	0,05
Kalsium	3,0
Magnesium	0,5-1,0
Alumunium	0,5-1,0
Kekeruhan	>3
Chromium	>3

Sumber : Hartanto dan Watanabe, 1993

Selanjutnya Hartanto dan Watanabe (1993) menyatakan bahwa, beragam kesulitan besar yang ditimbulkan oleh kotoran-kotoran yang terkandung dalam air yang telah digunakan selama pencelupan dan penyempurnaan meliputi dehidrasi ion logam oleh kesadahan dan logam-logam berat, pembentukan garam dan garam kompleks oleh pertukaran ion dengan zat warna anion dan zat-zat pembantu, adsorpsi langsung oleh serat, penambahan efek kuning dan kerapuhan serat, pengurangan daya guna, pelunturan dan noda-noda pada pencelupan.

3. Proses Pencelupan

Pencelupan pada umumnya terdiri dari tindakan melarutkan atau mendispersikan zat warna dalam air atau medium lain kemudian memasukkan bahan tekstil ke dalam larutan tersebut sehingga terjadi penyerapan zat warna ke dalam serat. Penyerapan zat warna ke dalam serat merupakan suatu reaksi isotermik dan reaksi kesetimbangan. Beberapa zat pembantu misalnya garam, alkali atau lainnya ditambahkan ke dalam larutan celup dan kemudian pencelupan diteruskan hingga warna yang dikehendaki (Rasyid *et al.*, 1976).

Secara umum pencelupan dapat dibagi dalam pencelupan terendam dan percetakan tekstil. Pada pencelupan terendam, kain yang akan dicelup dimasukkan ke dalam larutan warna dengan zat warna, zat-zat pembantu, dan sebagainya yang dilarutkan pada konsentrasi yang tepat untuk pencelupan dan ini hanya digunakan untuk pencelupan sederhana saja. Dalam hal ini kain yang akan dicelup selalu digerakkan secara mekanis, atau larutan warnanya dialirkan untuk mendapatkan warna yang rata (Hartanto dan Watabane, 1993).

Menurut Soejono (1999), hasil pewarnaan bahan pekerjaan ditentukan antara lain oleh:

1. Kekentalan larutan zat pewarna
2. Suhu larutan zat pewarna
3. Kualitas zat pewarna
4. Lama pencelupan
5. Kerapatan benang tenun bahan

Menurut Hartanto dan Watanabe (1993), zat warna terikat pada serat melalui proses dari tiga tahap berikut. Penggolongan yang terperinci dari cara-cara pencelupan, antara lain yaitu :

1. Zat warna melekat pada permukaan
2. Zat warna menyusup ke dalam serat
3. Zat warna diikat oleh serat

Hartanto dan Watanabe (1993) juga menyatakan bahwa dalam pengertian yang luas hal ini meliputi semua bahan kimia kecuali air, zat warna dan serat, tetapi dalam pengertian yang sempit hal ini adalah zat aktif permukaan yang hanya digunakan untuk pencelupan. Tujuan zat aktif permukaan sebagai zat pembantu pencelupan adalah :

- a. Untuk membantu penyusupan larutan zat warna ke dalam serat secara cepat dan menyeluruh dengan menurunkan tegangan permukaan, dan untuk memudahkan difusi zat warna ke dalam daerah amorf dari serat.
- b. Untuk mendapatkan pengendapan zat warna secara merata dan tepat dengan mempergunakan zat warna saja atau serat saja.
- c. Untuk membuat warna yang dapat larut dalam air sukar dilarutkan dan untuk mendispersikan menjadi bagian-bagian dengan ukuran yang tepat.
- d. Untuk membentuk radikal-radikal zat warna yang berdaya tarik terhadap serat, yang berbeda dengan sifat-sifat asalnya.
- e. Untuk memperbaiki tahan cuci dari zat warna langsung yang rendah tahan cucinya.

F. Tahan Luntur Warna pada Bahan Tekstil

Dalam penggunaan bahan tekstil sehari-hari baik ditinjau dari segi kepentingan konsumen maupun produsen, tahan luntur warna mempunyai arti yang penting. Tahan luntur warna ditinjau dari segi kepentingan konsumen meliputi bermacam-macam tahan luntur misalnya tahan luntur terhadap sinar matahari, pencucian, penggosokan, penyetricaan dan lainnya yang dapat digunakan untuk menentukan tahan luntur tertentu. Sedangkan dari kepentingan produsen misalnya untuk mengetahui pengaruh dari proses penyempurnaan dari kain berwarna misalnya pengaruh dari proses penyempurnaan anti mengkeret (Jumaeri *et al.*, 1977).

Masing-masing tahan luntur warna tidak mempunyai korelasi terhadap suatu zat warna sehingga untuk suatu zat warna perlu ditentukan beberapa sifat tahan lunturnya sesuai dengan penggunaan akhir dari bahan tekstilnya. Misalnya suatu warna mempunyai sifat tahan luntur yang baik terhadap pencucian tetapi tahan lunturnya terhadap sinar matahari dan keringat adalah jelek (Jumaeri *et al.*, 1977).

Tahan luntur warna terhadap sinar matahari (pilas) adalah perubahan-perubahan sifat warna terhadap pengaruh sinar matahari secara langsung. Cara ini dimaksudkan untuk menentukan tahan luntur warna pada segala macam dan bentuk bahan tekstil terhadap cahaya matahari dan cahaya terang hari. Cahaya matahari adalah intensitas radiasi tinggi yaitu penyinaran antara jam 09.00 sampai jam 15.00 sedangkan cahaya terang hari adalah intensitas radiasi rendah yaitu penyinaran selama 24 jam terus menerus. Pengujian cahaya matahari juga disebut pengujian kering karena pengujian dilakukan pada suhu tinggi dan kelembaban rendah (Rasyid *et al.*, 1976)

Zat Pewarna

$A_0 = 0,2 \text{ g Naphthol AS-D} + 0,4 \text{ g kostik soda batu} + 0,6 \text{ g garam diazonium}$

$A_1 = 0,24 \text{ g Naphthol AS-D} + 0,8 \text{ g kostik soda batu} + 1,2 \text{ g garam diazonium}$

$B_0 = 0,2 \text{ g Procion blue} + 0,1 \text{ g garam dapur}$

$B_1 = 0,2 \text{ g Procion blue} + 0,1 \text{ g garam dapur}$

Lama Pencelupan (P)

$P_1 = 5 \text{ menit}$

$P_2 = 15 \text{ menit}$

$P_3 = 20 \text{ menit}$

D. Cara Kerja

Naphthol

Cara kerja yang dilakukan menggunakan zat warna naphthol adalah sebagai berikut :

1. Serat nenas disiapkan sebanyak 2 g.
2. Zat warna Naphthol AS-D dilarutkan menggunakan air panas sebanyak 50 ml dalam baskom kecil.
3. Garam diazonium ditambah dengan kostik soda batu dan dilarutkan dengan air panas sebanyak 50 ml secara terpisah.
4. Larutan pertama dan kedua dimasukkan ke dalam baskom yang berisi air dingin 300 ml secara terpisah.
5. Serat nenas dicelupkan ke dalam zat pewarna naphthol AS-D dan garam diazonium sambil digerak-gerakkan, kemudian diangkat.
6. Serat nenas yang telah dicelup dengan larutan naphthol AS-D dimasukkan ke dalam larutan yang berisi garam diazonium.
7. Kemudian serat nenas dikeringkan.

Procion

Cara kerja yang dilakukan menggunakan zat warna procion adalah sebagai berikut :

1. Serat nenas disiapkan sebanyak 2 g.
2. Zat warna procion blue dilarutkan ditambah dengan garam dapur menggunakan air dingin sebanyak 300 ml.
3. Serat nenas dicelupkan ke dalam zat warna tersebut sambil digerak-gerakkan selama beberapa menit sesuai dengan perlakuan.
4. Serat yang telah dicelup kemudian dicuci dengan larutan sindopik.
5. Kemudian serat nenas dikeringkan.

1. Warna

Warna daun nenas yang telah dicelup diukur dengan menggunakan Munsell Color Chart of Tissue (Munsell, 1997) dengan cara sebagai berikut :

- a. Warna sampel dicocokkan dengan buku Munsell untuk mendapatkan nilai hue, value dan chroma.
- b. Nilai hue, value dan chroma menunjukkan warna sampel, cerah, terang atau gelapnya sampel.

Pengujian terhadap warna dilakukan dengan menggunakan Munsell Color Chart of Tissue (1997). Semua warna dalam sistem warna menurut Munsell dispesifikasikan menggunakan tiga ciri yaitu rona, nilai dan kroma sebagai sistem tiga dimensi (De Man, 1997) pengujian terhadap warna ini dilakukan dengan cara mencocokkan warna serat dengan nilai hue (warna kromatik), value (kecerahan warna) dan chroma (intensitas warna). Hasil uji warna serat daun nenas yang telah dicelup dengan menggunakan metode Munsell ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil analisis warna serat daun nenas yang telah dicelup dihasilkan Gley 2 (blue). Hue merupakan zat warna utama. Hasil uji warna serat daun nenas yang telah dicelup menggunakan zat warna naphthol dan procion dihasilkan warna yang sangat berbeda meskipun zat warna yang digunakan sama-sama berwarna biru. Untuk zat warna naphthol dihasilkan warna rata-rata bluish black sedangkan yang menggunakan zat warna procion dihasilkan warna yang lebih muda yaitu dark greenish gray. Nilai hue semakin rendah menunjukkan warna dari produk tersebut semakin terang dan nilai hue yang besar maka warnanya akan semakin gelap. Hal ini disebabkan zat warna naphthol mempunyai daya serat yang lebih tinggi terhadap serat nenas dibandingkan dengan zat warna procion.

Value yang digunakan untuk menunjukkan derajat kecerahan warna serat yang telah dicelup. Nilai value yang tinggi menunjukkan semakin cerah suatu warna. Value dari serat daun nenas yang dihasilkan zat warna procion antara 2,5-5. Hal ini menunjukkan bahwa serat daun nenas yang telah dicelup menggunakan zat warna procion berwarna gelap.

Tabel 6. Data hasil pengukuran warna serat daun nenas yang telah dicelup menggunakan zat warna naphthol dan procion.

Perlakuan	Kelompok		Rerata	Keterangan
	1	2		
A ₀ P ₁	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₁ P ₁	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₀ P ₂	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₁ P ₂	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/1	Reddish black
A ₀ P ₃	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₁ P ₃	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/2	Reddish black
B ₀ P ₁	Gley 2 5/10 BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 5/10BG	Geenish gay
B ₁ P ₁	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Dark greenish gray
B ₀ P ₂	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Dark greenish gray
B ₁ P ₂	Gley 2 3/10BG	Gley 2 3/10BG	Gley 2 3/10BG	Very dark greenish gray
B ₀ P ₃	Gley 2 4/10G	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10GB	Dark greenish gray
B ₁ P ₃	Gley 2 2,5/10BG	Gley 2 2,5/5B	Gley 2 2,5/5B	Bluish black

Keterangan :

A₀P₁ = 0,2 g Naphthol AS-D + 0,4 g kostik soda batu + 0,6 g garam diazonium selama 5 menit

A₁P₁ = 0,4 g Naphthol AS-D + 0,8 g kostik soda batu + 1,2 g garam diazonium selama 5 menit

A₀P₂ = 0,2 g Naphthol AS-D + 0,4 g kostik soda batu + 0,6 g garam diazonium selama 10 menit

A₁P₂ = 0,4 g Naphthol AS-D + 0,8 g kostik soda batu + 1,2 g garam diazonium selama 10 menit

A₀P₃ = 0,2 g Naphthol AS-D + 0,4 g kostik soda batu + 0,6 g garam diazonium selama 15 menit

A₁P₃ = 0,4 g Naphthol AS-D + 0,8 g kostik soda batu + 1,2 g garam diazonium selama 15 menit

B₀P₁ = 0,2 g procion blue + 0,1 g garam dapur selama 5 menit

B₁P₁ = 0,4 g procion blue + 0,2 g garam dapur selama 5 menit

$B_0P_2 = 0,2 \text{ g procion blue} + 0,1 \text{ g garam dapur selama } 10 \text{ menit}$

$B_1P_2 = 0,4 \text{ g procion blue} + 0,2 \text{ g garam dapur selama } 10 \text{ menit}$

$B_0P_3 = 0,2 \text{ g procion blue} + 0,1 \text{ g garam dapur selama } 15 \text{ menit}$

$B_1P_3 = 0,4 \text{ g procion blue} + 0,2 \text{ g garam dapur selama } 15 \text{ menit}$

Value dari serat nenas yang telah dicelup dengan zat warna procion yaitu pada perlakuan B_1P_3 (0,4 g procion blue + 0,2 g garam dapur selama 15 menit) cenderung lebih gelap dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang sama-sama menggunakan zat warna procion blue. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan B_1P_3 konsentrasi zat warna yang ditambahkan dan waktu pencelupan yang lebih lama sehingga warnanya menjadi lebih gelap. Sedangkan pada serat daun nenas yang telah dicelup menggunakan zat warna naphthol warna yang dihasilkan satu sama lain hampir sama gelapnya walaupun konsentrasi yang ditambahkan lebih banyak, namun warna yang dihasilkan tidak terlalu berbeda.

Kisaran chroma untuk serat nenas yang dicelup dengan zat pewarna procion adalah 10G sampai 5B, yaitu semakin tinggi chroma maka warna serat nenas akan semakin pekat sebaliknya semakin rendah nilai chroma maka warnanya akan semakin tidak pekat. Sedangkan chroma dengan menggunakan zat warna naphthol cukup gelap yaitu 10 B samapai 5PB. Nilai chroma serat daun nenas yang telah dicelup cenderung meningkat dengan penambahan konsentrasi zat warna dan lama pencelupan. Chroma serat nenas yang dicelup dengan procion pada perlakuan B_0P_1 tidak gelap bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan yang menggunakan zat pewarna naphthol pada perlakuan A_0P_1 tidak terlalu gelap.

Selain dari hal di atas jenis zat pewarna naphthol adalah jenis obat pewarna yang kaya akan aneka warna sebab dapat dikombinasikan antara satu dengan yang lainnya. Naphthol tidak dapat bekerja sendiri untuk menimbulkan warna, tetapi harus direaksikan dengan garam diazonium.

2. Kekuatan tarik

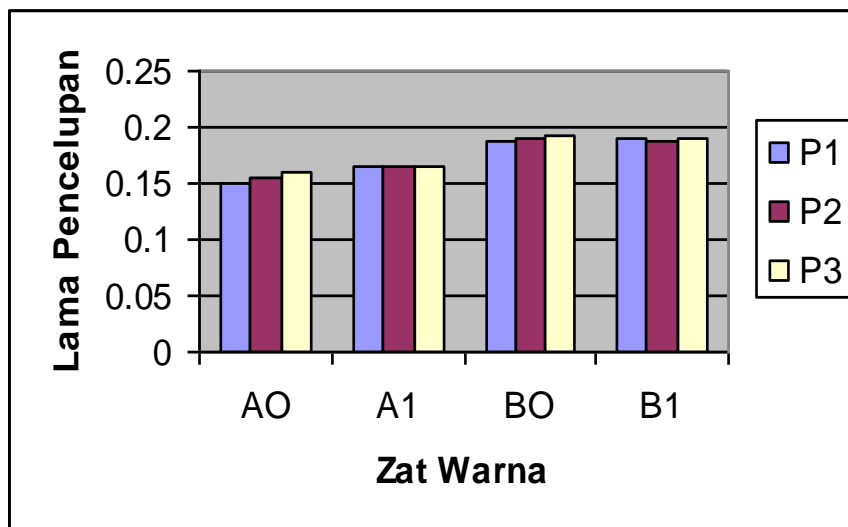
Dalam pabrik pembuatan serat, pengujian-pengujian dilakukan untuk mengawasi mutu produksi. Untuk menguji kekuatan tarik digunakan timbangan pegas dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Serat nenas yang telah dicelup disiapkan

- b. Serat diikat pada kail yang ada pada timbangan pegas dan serat ditarik hingga putus.
- c. Angka yang tertera pada timbangan pegas dicatat.

Kekuatan tarik dilakukan setelah pencelupan, yaitu setelah serat dicelup menggunakan zat warna procion dan naphthol kemudian dikeringkan serta dilakukan pengujian kekuatan tarik. Dari hasil penelitian sebelumnya kekuatan tarik serat nenas sebelum dicelup adalah $0,192 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$. Sedangkan kekuatan tarik setelah pencelupan dengan menggunakan kedua zat pewarna tersebut dapat dilihat pada Lampiran 3. Kekuatan tarik merupakan sifat serat yang sangat penting supaya serat-serat tersebut tahan terhadap tarikan-tarikan dalam proses pemintalan dan pertununan, sehingga kain jadinya akan mempunyai kekuatan yang cukup besar.

Hasil analisis kekuatan tarik disajikan pada Gambar 2, yaitu dengan hasil kekuatan tarik tertinggi adalah sebesar $0,193 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ pada perlakuan B_1P_3 (0,4 g procion blue + 0,2 g garam dapur selama 15 menit) dan kekuatan tarik terendah adalah sebesar $0,150 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ pada perlakuan A_0P_1 (0,2 g Naphthol AS-D + 0,4 g kostik soda batu + 0,6 g garam diazonium selama 5 menit).



Gambar 1. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik setelah dicelup menggunakan zat warna naphthol cenderung lebih rendah jika dibandingkan zat warna procion terutama pada perlakuan B_0P_3 (0,2 g procion blue + 0,1 g garam dapur selama 15 menit) dan B_1P_1 (0,4 g procion blue + 0,2 g garam dapur selama 5 menit).

3. Kestabilan Warna

Kestabilan warna berarti daya tahan warna dari benda yang diberi warna terhadap kejadian-kejadian yang dialami seperti proses pencucian atau perendaman (Hartanto dan Watanabe, 1993). Cara pengujian kestabilan warna adalah dengan merendam serat nenas yang telah diberi warna selama beberapa hari dan dilihat perubahan warna yang terjadi. Proses pencucian memberikan pengaruh terbesar terhadap kelunturan zat warna pada suatu bahan. Hal ini disebabkan zat warna yang hanya menempel pada permukaan bahan dapat lepas dari bahan itu sendiri. Selain itu pada zat warna yang tidak mengadakan reaksi atau ikatan dengan serat, pencucian dapat menyebabkan lepasnya zat warna dari bahan.

Tabel 8. Tabel hasil pengukuran zat warna setelah dilakukan pencucian.

Perlakuan	Kelompok		Rerata	Keterangan
	1	2		
A ₀ P ₁	10R 3/2	10R 3/2	10R 3/2	Very dusky red
A ₁ P ₁	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₀ P ₂	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₁ P ₂	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₀ P ₃	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₁ P ₃	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
B ₀ P ₁	Gley 2 6/10 BG	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Greenish gray
B ₁ P ₁	Gley 2 4/5B	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Dark greenish gray
B ₀ P ₂	Gley 2 6/5BG	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Greenish gray
B ₁ P ₂	Gley 2 4/5B	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Very dark greenish gray
B ₀ P ₃	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Dark greenish gray
B ₁ P ₃	Gley 2 4/5B	Gley 2 3/5B	Gley 2 4/5B	Bluish black

Dari hasil pencucian dengan menggunakan detergent ternyata serat yang telah dicelup menggunakan zat warna procion cukup berubah dari warna asalnya sebelum pencucian sedangkan serat nenas yang dicelup dengan naphthol hanya sedikit mengalami perubahan seperti pada perlakuan A₁P₁ dan A₀P₃, sebelum dicuci hasil pengukurannya adalah tetap 10R2,5/2 dan tidak berubah.

Pada serat nenas yang telah dicelup dengan procion setiap perlakuan mengalami perubahan, misalnya pada perlakuan (B₀P₁)₁ (0,2 g procion blue + 0,1 g garam dapur selama 5 menit) yang warna asalnya yaitu grey 5/10BG namun setelah mengalami pencucian berubah menjadi gley 2 6/10 BG sama halnya dengan (B₀P₁)₂

(0,2 g procion blue + 0,1 g garam dapur selama 5 menit) dari warna setelah pencelupan gley 2 4/10BG menjadi 5/10BG. Hal ini berarti zat warna procion lebih luntur dibandingkan zat warna naphthol sehingga serat nenas yang menggunakan zat warna procion cukup berubah walaupun tidak berubah sama sekali jika dibandingkan serat nenas yang menggunakan zat warna procion hanya sedikit sekali mengalami perubahan.

Dengan demikian berarti serat nenas lebih cocok dan tidak akan terlalu luntur jika menggunakan zat warna naphthol. Selain itu zat warna naphthol juga memiliki beraneka ragam warna sesuai dengan pilihan pihak konsumen. Dari penelitian ini ternyata bahwa dengan beberapa kali pencucian menunjukkan gejala yang sama yaitu perubahan warna terbesar terjadi setelah pencucian pertama, sedangkan pada pencucian berikutnya hanya sedikit mengalami perubahan.

Dibandingkan dengan hasil pengujian perubahan warna tanpa pencucian maupun dengan pencucian, nilai perubahan warna adalah sama. Akan tetapi nilai penodaan sesudah pencucian dengan detergent adalah lebih baik dari pada sesudah pencucian dengan air saja. Hal tersebut disebabkan zat warna yang terserap pada kain yang lebih bersifat zat warna direk, yaitu akan mudah ditentukan oleh adanya detergent dalam keadaan panas sehingga penodaan pada kain maupun kapas sesudah pencucian yang biasa (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Tekstil).

4. Pias

Ketahanan pias dari warna sampel yang telah dijemur di bawah sinar matahari sekitar pukul 09.00-15.00 WIB diukur dengan menggunakan munsell Color Chart of Tissue (Munsell , 1997) dengan cara sebagai berikut :

- a. Warna sampel dicocokkan dengan buku Munsell untuk mendapatkan nilai hue, value dan chroma.
- b. Nilai hue, value dan chroma menunjukkan warna sampel, cerah, terang atau gelapnya sampel.

Penyinaran ini dimaksudkan untuk menentukan tahan luntur pada segala macam dan bentuk bahan tekstil tekstil terhadap cahaya matahari, karena cahaya matahari adalah intensitas radiasi yang tinggi yaitu penyinaran antara jam 09.00 sampai 15.00. Perubahan warna dari beberapa hari penyinaran dapat dilihat pada Tabel 7.

Menurut Moerdoko *et al.* (1975), kerusakan karena penyinaran disebabkan oleh terjadinya pemutusan ikatan primer, membentuk gugus-gugus dengan pewarna atau titrasi. Kerusakan ini sangat susah dibedakan dari kerusakan kimia lainnya. Tetapi karena kerusakan oleh cahaya terjadi dalam pola tertentu, hal ini dapat membantu dalam

penentuan kerusakan tersebut. Misalnya warna kain akan berbeda dari warna belakangnya, bagian tepi mungkin terlindung dan sebagainya.

Tabel 7. Data perubahan warna pada penyinaran hari k1-1, ke-4, ke-8 dan ke-12

Perlakuan	Hari 1/6 jam	Hari 4/24 jam	Hari 8/48 jam	Hari 12/72 jam
A ₀ P ₁	10R 2,5/2	10R 3/2	10R 3/2	10R 4/2
A ₁ P ₁	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2
A ₀ P ₂	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/2	10R 3/2
A ₁ P ₂	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/2	10R 2,5/2
A ₀ P ₃	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2
A ₁ P ₃	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/2	10R 2,5/2
B ₀ P ₁	Gley 2 5/10 BG	Gley 2 5/10BG	Gley 2 6/10BG	Gley 2 7/10B
B ₁ P ₁	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 6/10B	Gley 2 6/10B
B ₀ P ₂	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 6/5B	Gley 2 6/10BG
B ₁ P ₂	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 5/10B
B ₀ P ₃	Gley 2 4/10G	Gley 2 4/10G	Gley 2 5/10BG	Gley 2 6/10B
B ₁ P ₃	Gley 2 3/5B	Gley 2 3/5B	Gley 2 4/5B	Gley 2 5/10B

Setelah selama beberapa hari yaitu sekitar 12 hari, serat yang telah dicelup dengan kedua zat pewarna dari hari ke hari warnanya mengalami perubahan. Pada penyinaran dari hari 1 sampai ke 4 selama 24 jam untuk zat warna procion belum ada perubahan yang terjadi. Pada hari ke-8 warna serat nenas berubah dan mulai pias akibat penyinaran selama 48 jam terutama pada hari ke-12 yaitu sekitar 72 jam warna serat nenas semakin pias dan hampir berwarna keputih-putihan sehingga warna setelah penyinaran tidak secerah warna aslinya setelah pencucian.

Pada tabel tersebut terlihat bahwa dari data tersebut memberikan gejala yang sama akibat penyinaran. Perbedaan warna yang terjadi disebabkan kondisi cuaca yaitu pada hari sangat cerah dan biasa terdapat perbedaan intensitas cahaya yang mengenai pada contoh serat nenas.

Berdasarkan pada Tabel 7, serat nenas yang dicelup dengan procion blue paling pias terdapat pada jam penyinaran pada hari ke-11 dan 12 yaitu 66 jam sampai 72 jam yaitu pada perlakuan(B₀P₁)₁ (0,2 g procion blue + 0,4 g garam dapur selama 5 menit) dengan tingkat kecerahan warna dan intensitas warna gley 2 7/10 B (light bluish gray), pada perlakuan (B₁P₃)₂ (0,4 g procion blue + 0,2 g garam dapur selama 15 menit) dengan kecerahan warna dan intensitas warna 3/10B menjadi 4/10B.

Jika dibandingkan dengan serat nenas yang dicelup dengan procion blue, serat nenas yang dicelup dengan naphthol menunjukkan perubahan yang tidak terlalu besar yaitu pada hari ke -10 dan ke-12. setiap perlakuan hampir sama dengan tingkat kecerahan dan intensitas warna antara 10R 3/2 (reddish black) dengan 2,5/2 (very dusky red).

Selama 12 hari penyinaran serat nenas yang dicelup dengan procion blue menghasilkan tingkat kepiasan yang tinggi dan hampir keputih-putihan dan benar-benar pudar. Dapat dikemukakan disini bahwa A₀P₁ sampai A₁P₃ adalah serat nenas dengan zat warna naphthol yang mempunyai ketahanan sinar yang tinggi, sehingga relatif perbedaan intensitas tidak begitu berpengaruh pada perlakuan tersebut.

5. Daya Tahan Warna terhadap Penyetrikaan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan daya tahan luntur warna dari segala macam dan bentuk tekstil terhadap penyetrikaan. Prinsip pengujiannya adalah contoh uji (sampel) diletakkan di atas lain yang terletak pada tempat yang permukaannya licin dan horizontal setrika diletakkan di atas sampel dan digosok-gosokkan di atas sampel (Moerdoko, *et al.*, 1975).

Pengujian tahan luntur zat warna tekstil saat ini dilakukan berdasarkan standar-standar cara uji untuk masing-masing pengaruh, misal pengaruh sinar matahari, pengaruh pencucian, pengaruh gosokan, pengaruh keringat dan sebagainya. Pada kenyataan sehari-hari pengaruh-pengaruh tersebut tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya, selain hal di atas tahan luntur warna terhadap penyetrikaan juga berpengaruh terhadap kualitas tekstil (Balai Besar Pengembangan dan Pengembangan Industri Tekstil). Hasil pengukuran serat nenas setelah dilakukan penyetrikaan dapat dilihat pada Tabel 10.

Dari pengujian tahan panas terhadap penyetrikaan dari kedua zat warna tersebut didapatkan sedikit perubahan yaitu pada zat warna naphthol hanya terdapat pada perlakuan A₀P₂ = 0,2 g Naphthol AS-D + 0,4 g kostik soda batu + 0,6 g garam diazonium selama 10 menit) yaitu dari 10R 2,5/1 menjadi 10R 3/2 dan 10 2,5/2. sedangkan pada zat warna procion blue terdapat pada perlakuan B₀P₂ yaitu gley 2 4/10BG menjadi gley 2 5/10BG, B₀P₃ yaitu gley 2 4/10G menjadi gley 2 5/10BG, dan B₁P₃ yaitu dari gley 2 2,5/5B menjadi gley 2 3/10B, yang berarti zat warna naphthol mempunyai daya tahan terhadap panas penyetrikaan yang lebih baik jika dibandingkan dengan zat warna procion.

Tabel 10. Hasil pengukuran warna serat nenas setelah dilakukan penyetrikaan

Perlakuan	Kelompok		Rerata	Keterangan
	1	2		
A ₀ P ₁	10R 3/2	10R 3/2	10R 3/2	Dusky red
A ₁ P ₁	10R 2,5/1	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₀ P ₂	10R 3/2	10R 2,5/2	10R 3/2	Dusky red
A ₁ P ₂	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/1	Reddish black
A ₀ P ₃	10R 2,5/2	10R 2,5/2	10R 2,5/2	Very dusky red
A ₁ P ₃	10R 2,5/1	10R 2,5/1	10R 2,5/1	Reddish black
B ₀ P ₁	Gley 2 5/10 BG	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Greenish gray
B ₁ P ₁	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Dark greenish gray
B ₀ P ₂	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Greenish gray
B ₁ P ₂	Gley 2 4/5B	Gley 2 4/5B	Gley 2 4/B	Dark greenish gray
B ₀ P ₃	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Gley 2 5/10BG	Dark greenish gray
B ₁ P ₃	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/10BG	Gley 2 4/5B	Dark greenish gray

VI. ANALISIS TEKNIK DAN FINANSIAL ALAT PENYERUT DAUN NENAS SECARA MEKANIS

Nenas merupakan tanaman buah berupa semak yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosus* (L) Merr. Tanaman ini cukup mudah dibudidayakan karena dapat tumbuh pada keadaan iklim basah maupun kering. Iklim Indonesia sangat cocok untuk membudidayakan tanaman nenas (Rukmana, 1996). Pada tahun 2004 areal penanaman nenas di Indonesia seluas 463.063 hektar (Statistik Indonesia, 2004).

Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah penghasil nenas yang potensial di Indonesia serta mempunyai prospek pengembangan yang cukup baik. Menurut data Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura, 2005 luas panen nenas di Sumatera Selatan sebesar 4.670 hektar dan produksi sebesar 513.858 ton.

Selama ini pengolahan buah nenas menjadi prioritas, sedangkan bagian tanaman lainnya menjadi limbah seperti daun nenas dan kulit buah nenas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan daun nenas yang memiliki kandungan serat cukup tinggi. Serat nenas ini dapat diolah menjadi benang yang merupakan bahan baku dalam industri tekstil.

Berbagai jenis produk yang menggunakan bahan baku serat alam akhir-akhir ini makin digemari, termasuk kain dari serat daun nenas. Di Kabupaten Subang, Kecamatan Cislak tepatnya di Desa Cimangu, produk kain dari serat daun nenas telah dikembangkan. Namun, kemampuan berproduksinya masih terbatas karena memerlukan waktu lama dan masih menggunakan cara tradisional. Sistem pengerjaan pembuatan benang dari serat daun nenas yang masih sederhana membuat para pengrajin benang serat nenas tidak mampu melayani permintaan dan peluang pasar produk tersebut (Natalia 2004).

Saat ini pengambilan serat daun nenas yang dilakukan di masyarakat masih menggunakan alat penyerut yang terbuat dari bambu. Dari penelitian sebelumnya telah dibuat alat penyerut daun nenas secara mekanis untuk meningkatkan kapasitas produksi (Julius, 2006).

Proyek pembuatan alat penyerut serat nenas adalah suatu kegiatan dengan pengeluaran biaya untuk pembuatan alat penyerut daun nenas dengan harapan untuk mendapat hasil berupa serat daun nenas pada waktu yang akan datang, yang dapat direncanakan, dibiayai, dan dilaksanakan sebagai suatu unit. Pada proyek ini diperlukan

suatu analisis proyek yang bertujuan untuk memberikan suatu gambaran diterima atau tidaknya proyek pembuatan alat penyerut daun nenas (Choliq *at al.*, 1996).

Pada penelitian ini dilakukan analisis proyek yang terdiri dari analisis teknis dan finansial dengan menggunakan dua tahap yaitu tahap survai lapangan dan evaluasi kelayakan teknis dan finansial. Analisis finansial dilakukan dengan menggunakan kriteria NPV (*Net Present Value*), BEP (*Break Even Point*), Net B/C (*Net Benefit / Cost*), dan analisis sensitivitas.

A. Analisis Finansial

Menurut Bambang dan Nesia (1992), biaya mesin atau alat pertanian terdiri atas dua komponen yaitu : biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap sering juga disebut sebagai biaya pemilikan sedangkan biaya tidak tetap sering juga disebut sebagai biaya operasi.

1. Biaya tetap

Adapun unsur-unsur biaya tetap adalah penyusutan, pajak dan biaya bangunan/garasi (Bambang dan Nesia, 1992)

a. Biaya Penyusutan

Besarnya biaya penyusutan tiap tahun dapat dihitung dengan menggunakan metode garis lurus yang ditunjukkan pada persamaan 4 berikut :

$$D = \frac{P-S}{N} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan D = biaya penyusutan tiap tahun (Rp/tahun)

P = harga awal alat (Rp)

S = harga akhir alat (Rp)

N = Perkiraan umur ekonomi alat (tahun)

b. Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan

Biaya pemeliharaan dan perbaikan diasumsikan sebesar 10 % dari harga alat per tahun. Perhitungan yang digunakan untuk menghitung biaya tersebut ditunjukkan pada persamaan 5 :

$$Bp : 0,1 P \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan Bp = biaya pemeliharaan dan perbaikan (Rp)

P = harga awal alat (Rp)

c. Pajak

Besarnya biaya pajak per tahun dihitung berdasarkan undang-undang pajak penghasilan Nomor 17 Tahun 2000. Lapisan penghasilan kena pajak ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Lapisan penghasilan kena pajak

Lapisan penghasilan kena pajak	tarif pajak (%)
Sampai dengan Rp. 25.000.000,00	5
Rp. 25.000.000,00 - Rp. 50.000.000,00	10
Rp. 50.000.000,00 - Rp. 100.000.000,00	15
Rp. 100.000.000,00 - Rp. 200.000.000,00	25
Lebih dari Rp. 200.000.000,00	35

Sumber : Harmaizar dan Rosidayati (2003)

d. Sewa Bangunan

Bangunan yang disewa merupakan tempat untuk melakukan proses pengolahan daun nenas. Biaya sewa bangunan ditetapkan sebesar Rp. 1.500.000,00

2. Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap adalah biaya–biaya yang dikeluarkan pada saat alat atau mesin beroperasi dan jumlahnya tergantung pada jumlah jam kerja pemakaian. Contoh biaya ini antara lain biaya persediaan bahan, biaya energi, biaya alat atau perkakas kecil, penerimaan atau pengiriman barang, pengangkutan barang, royalties, biaya komunikasi, uang lembur, dan lain–lain. Biaya tidak tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Biaya Energi

Biaya ini merupakan pengeluaran untuk sumber tenaga yaitu listrik. Alat penyerut serat nenas ini menggunakan dinamo sebagai sumber tenaganya digunakan listrik yang dinyatakan dalam kW atau Watt. Dengan menggunakan tarif dasar listrik dalam Rp/kWh, dapat ditentukan biaya tenaga listrik dalam Rp/jam (Bambang dan Nesia, 1992).

b. Daun nenas

Daun nenas digunakan sebagai bahan dasar untuk menghasilkan serat daun nenas. Daun nenas di Sumatera Selatan tersedia dalam jumlah yang besar. Penggunaan daun nenas untuk dijadikan serat nenas tidak tergantung pada jenis nenas yang ditanam,

karena yang dibutuhkan adalah daun nenas yang merupakan limbah dari tanaman nenas. Daun nenas yang dipakai diambil dari batang nenas yang telah diambil buahnya.

c. Tenaga kerja

Alat penyerut daun nenas bisa dioperasikan oleh satu orang tenaga kerja. Berdasarkan SK Gubernur Sumatera Selatan No. 551/KPTS/NAKER/2003 tentang penetapan Upah Minimum Propinsi dan Upah Minimum Sektoral Propinsi Sumatera Selatan untuk sektor pertanian, peternakan, perburuhan dan perikanan sebesar Rp. 508.000,00 per bulan. Upah pekerja Rp. 510.000,00 per bulan, dengan jam kerja efektif tujuh jam per hari. Upah yang diberikan kepada pekerja adalah sebesar Rp. 600.000,- per bulan.

3. Biaya Total

Biaya total merupakan biaya keseluruhan yaitu penjumlahan dari biaya tetap, biaya tidak tetap, dan biaya tak terduga. Biaya tak terduga ditetapkan sebesar 10 % dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya total ditunjukkan pada persamaan 6.

$$B = BT + BTT_1 + BTT_2 \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan : B = Biaya total (Rp/tahun)

BT = Biaya tetap (Rp/tahun)

BTT₁ = Biaya variabel (Rp/tahun)

BTT₂ = Biaya tak terduga (Rp / tahun)

Tujuan dari analisis finansial adalah untuk mencari ukuran yang menyeluruh sebagai dasar penerimaan dan penolakan suatu proyek. Menurut Ibrahim (2003), studi kelayakan adalah kegiatan untuk menilai sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh dalam melaksanakan suatu kegiatan usaha atau proyek. Adapun tujuannya adalah untuk merumuskan dan mempelajari keputusan yang nantinya akan dilaksanakan di lapangan, untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan perencanaan. Faktor-faktor yang dikaji dalam analisis kelayakan adalah ; a) Kebutuhan dana, b) Sumber dan biaya modal, c) Kriteria penilaian investasi, dan d) Analisis sensitivitas.

Menurut Kadariah (1988), kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui secara keseluruhan layak atau tidaknya alat penyerut daun nenas, adalah sebagai berikut;

a. NPV (*Net Present Value*)

NPV adalah perbedaan antara nilai sekarang dari biaya dan manfaat. Jika nilai dari NPV positif menunjukkan besarnya keuntungan yang diperoleh. Sebaliknya, jika

NPV bernilai negatif maka hal tersebut menunjukkan kerugian. Untuk menentukan nilai kriteria investasi, pada tahap awal perlu melalui langkah penghitungan yang sama, yaitu menyusun arus kas pada setiap tahun selama umur proyek, mencakup arus biaya dan arus manfaat. Persamaan NPV (*Net Present Value*), dapat dilihat pada persamaan 7 berikut :

$$NPV = \sum_{i=1}^n Bt(1+i)^t - Ct(1+i)^t \dots\dots\dots(7)$$

- Ket ; NPV = *Net Present Value*
 i = Suku bunga
 n = Lama produksi
 t = tahun
 Bt = Manfaat pada tahun ke – t
 Ct = Cost pada tahun ke-t

b. B/C Ratio (*Benefit Cost Ratio*)

Analisis *Benefit Cost Ratio* digunakan untuk menunjukkan efisiensi investasi dengan menghitung antara PV benefit dengan PV cost pada tingkat suku biaya yang berlaku. Penentuan keputusan dapat dilakukan bila B/C Ratio lebih besar dari 1 maka penggunaan alat penyerut daun nenas layak digunakan. Apabila nilai BC Ratio lebih kecil dari 1 maka penggunaan alat penyerut daun nenas tidak layak digunakan. Persamaan dari B/C Ratio dapat dilihat pada persamaan 8 berikut :

$$B/C \text{ ratio} = \frac{PV \text{ benefit}}{PV \text{ cost}} \dots\dots\dots(8)$$

c. BEP (*Break Event Point*)

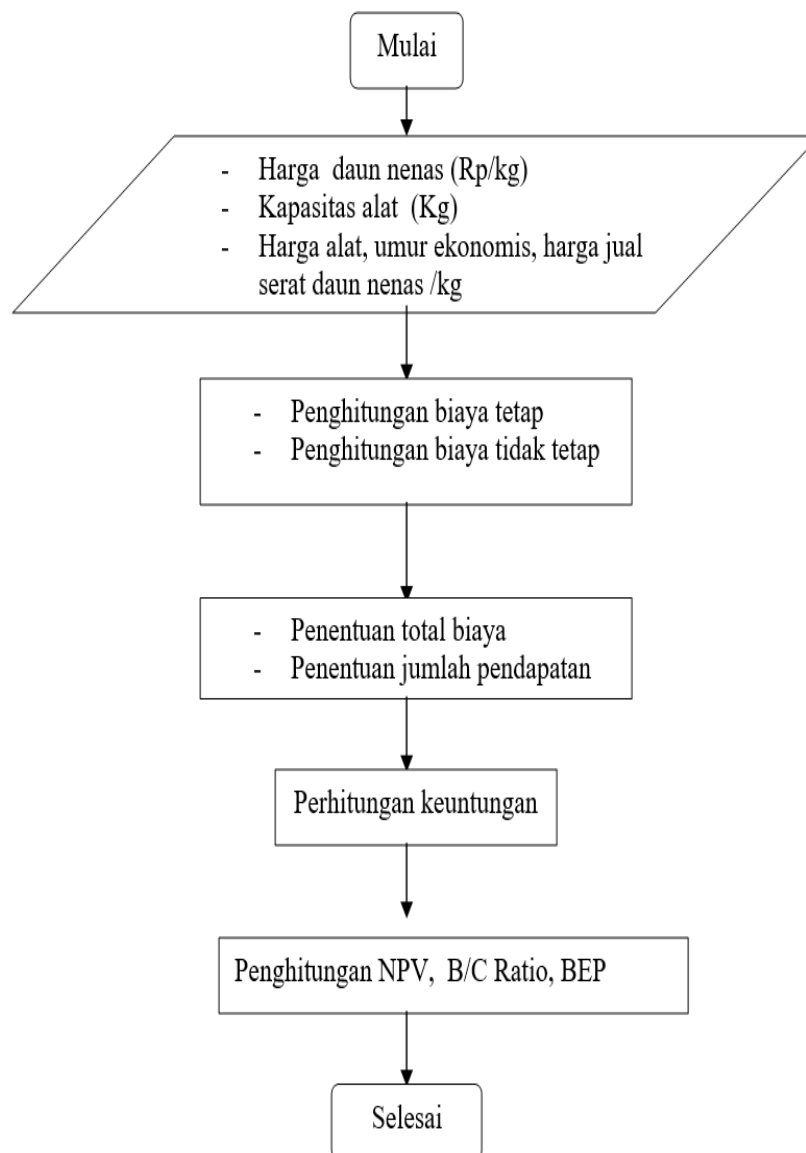
BEP (*Break Event Point*) atau titik balik modal adalah suatu kondisi usaha yang tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Dalam artian, pada kondisi ini usaha yang dijalankan tidak mendapatkan keuntungan tetapi juga tidak mengalami kerugian. Persamaan dari BEP dapat dilihat pada persamaan 9 berikut :

$$BEP = \frac{Fc}{In - Vc} \dots\dots\dots(9)$$

- Keterangan;
 Fc = Biaya tetap (Rp per tahun)
 In = Income atau pendapatan (Rp per kg)
 Vc = Biaya tidak tetap per kg (Rp per kg)

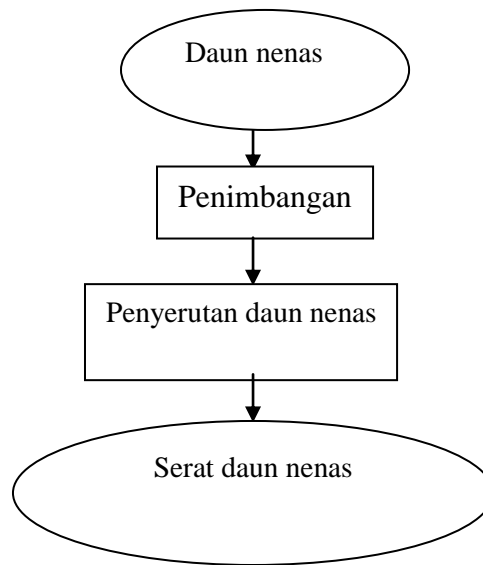
d. Analisis Sensitivitas

Teknik analisis sensitivitas dilakukan apabila terjadi kesalahan perkiraan biaya dan terjadi perubahan unsur harga pada alat penyerut serat nenas. Setiap kemungkinan perubahan atau kesalahan dalam dasar perhitungan sebaiknya dipertimbangkan dalam analisis sensitivitas. Namun, karena kemungkinan tersebut sangat banyak maka dalam penelitian ini dibatasi hanya pada kemungkinan perubahan atau kesalahan yang berpengaruh besar terhadap kelayakan pengembangan usaha. Analisis dilakukan pada arus perubahan biaya produksi dan penurunan harga jual. Teknik analisis sensitivitas dalam penelitian ini diasumsikan dengan peningkatan biaya sebesar 10 % dan penurunan harga jual 10 %, sehingga akan diperoleh kembali nilai B/C ratio dan NPV. Diagram alir analisis kelayakan alat penyerut daun nenas, sebagai berikut;



Gambar 1. Diagram alir analisis kelayakan alat penyerut daun nenas.

Sedangkan proses penyerutan daun nenas, dapat dilihat sebagai berikut;



Gambar 2. Diagram proses penyerutan daun nenas

e. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan dua tahap yaitu tahap pertama survai lapangan dan tahap kedua melakukan analisis teknis dan analisis finansial. Analisis teknis yang dilakukan meliputi percobaan alat penyerut daun nenas di lapangan dengan sepuluh kali ulangan dan dilakukan perhitungan-perhitungan teknis alat penyerut daun nenas. Analisis kelayakan finansial meliputi analisis investasi dan analisis sensitivitas.

f. Data yang dikumpulkan

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari uji teknis di lapangan yaitu kapasitas kerja efektif alat penyerut daun nenas sedangkan data sekunder didapat dari literatur yang meliputi :

1. Upah tenaga kerja satu bulan
2. Hari kerja efektif
3. Jam kerja efektif
4. Suku bunga bank yang berlaku
5. Umur ekonomis alat
6. Biaya bahan baku
7. Harga penjualan serat daun nenas
8. Tarif pajak penghasilan

g. Asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Tingkat suku bunga bank yang digunakan berdasarkan tingkat suku bunga yang berlaku untuk tahun 2006 pada bank BRI sebesar 16 % per tahun.
2. Modal berasal dari modal sendiri.
3. Untuk penyusutan, nilai sisa alat yang digunakan diasumsikan 10 %.
4. Untuk analisis biaya, penentuan harga berdasarkan harga yang berlaku di pasar, yaitu :
 - a. Harga bahan baku (daun nenas) yaitu Rp. 1.000,00/kg
 - b. Harga produk akhir yaitu sebesar Rp. 140.000,00/kg
5. Tingkat keberhasilan diasumsikan 90 % pada proses penyerutan daun nenas.
6. Upah tenaga kerja per orang diasumsikan Rp 600.000,- per bulan, dengan satu orang operator yang bekerja 7 jam per hari dan 24 hari per bulan.
7. Biaya lain-lain atau biaya tak terduga diasumsikan 10 % dari total biaya tetap dan biaya tidak tetap.
8. Umur ekonomi alat penyerut daun nenas diasumsikan 10 tahun.
9. Analisis sensitivitas dilakukan terhadap kenaikan biaya produksi 10 % dan penurunan harga jual serat daun nenas sebesar 10 %.
10. Biaya listrik berdasarkan TDL PT PLN bulan Januari 2006.
11. Pajak penghasilan (PPh) dihitung berdasarkan undang-undang pajak penghasilan Nomor 17 Tahun 2000.
12. Biaya pengiriman berdasarkan tarif paket umum PT POS Indonesia bulan November 2006 sebesar Rp. 3.000,00 / kg.

h. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas Efektif

Menurut Irwanto (1983), kapasitas efektif suatu alat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

2. Kapasitas Teoritis

Menurut Lubis *et. al.* (1987), kapasitas teoritis adalah kemampuan maksimum suatu alat atau mesin untuk menyelesaikan pekerjaannya dengan menggunakan faktor-faktor maksimum yang berpengaruh terhadap pekerjaannya.

3. Efisiensi Kerja Alat

Menurut Daywin *et. al.* (1983), efisiensi kerja alat ditentukan dengan membandingkan antara kapasitas kerja efektif terhadap kapasitas kerja teoritis yang dinyatakan dalam persen (%) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

4. NPV (*Net Present Value*)

Menurut Kadariah (1988), besarnya nilai NPV dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 7.

5. Ratio B/C

besarnya nilai NPV dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 8.

5. BEP (*Break Even Point*)

Menurut Pujawan (2002), besarnya nilai BEP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 9.

3. Analisis Sensitivitas

- Pada peningkatan biaya sebesar 10 %
- Pada penurunan harga jual sebesar 10 %

B. Analisis Finansial Alat Penyerut Daun Nenas

1. Biaya Investasi Pembuatan Alat

Pembuatan alat penyerut daun nenas menghabiskan biaya sebesar Rp. 3.800.000,00. Biaya ini digunakan untuk membeli komponen-komponen alat penyerut daun nenas. Komponen-komponen tersebut antara lain besi siku, motor penggerak, pulley, plat besi, peralatan listrik, upah pembuatan alat, dan lain-lain.

2. Biaya Perawatan dan Perbaikan

Perawatan mesin merupakan pengembangan dari semua aktivitas dasar yang mencakup kegiatan kontrol berkala dari peralatan atau mesin untuk mendukung keoptimalan pada saat mesin beroperasi atau memperkecil penyusutan, dan kegiatan menjaga kondisi mesin atau mengatur dan mereparasi sehingga dapat meminimalkan biaya (Suharto, 1995).

Perawatan mesin pada dasarnya berfungsi untuk meningkatkan efektivitas alat dan porsi keuntungan bagi pemilik usaha. Pada alat penyerut daun nenas biaya perawatan dan perbaikan per tahun ditetapkan 10 % dari biaya pembuatan alat yaitu sebesar Rp. 380.000,00. Biaya tersebut digunakan untuk pelumasan bearing, perbaikan onderdil yang rusak, dan pencegahan korosi.

Pelumasan diperlukan untuk menciptakan keadaan agar bearing berusia lama, menghindari kontak antar poros putar dengan bearing, mengurangi beban-beban operasi mesin, memperkecil terjadinya getaran, dan mengurangi panas saat pengoperasian. Pada alat penyerut daun nenas bagian alat yang cepat rusak adalah limit switch. Onderdil ini berfungsi sebagai salah satu komponen pengatur pergerakan laju landasan penyerut. Kerusakan disebabkan karena alat tersebut selalu bertumbukan dengan gigi datar pada landasan. Perbaikan harus dilakukan 6 bulan sekali agar alat penyerut daun nenas dapat beroperasi maksimal.

3. Biaya Penyusutan

Penyusutan merupakan pengalokasian biaya investasi suatu proyek pada setiap tahun sepanjang umur ekonomi alat tersebut. Tujuan pengalokasian untuk menjamin agar angka biaya operasi yang dimasukkan ke dalam neraca arus kas tahunan dapat mencerminkan adanya biaya modal yang dipergunakan (Choliq *et.al.*, 1996).

Pada alat penyerut daun nenas besarnya biaya penyusutan tiap tahun tergantung pada ongkos pembuatan alat, umur ekonomi, nilai sisa yang ditetapkan, metode penyusutan yang digunakan. Menurut Suharto (1995), secara analisis matematis, penyusutan mengikuti kurva semi eksponensial menurun pada umur alat mencapai 10.000 jam kerja ditaksir nilai mesin tidak lebih dari 10 % dari harga pembelian . Sehingga nilai sisa setelah umur ekonomi habis selama 10 tahun pada alat penyerut daun nenas adalah 10 % dari biaya pembuatan alat.

Metode penyusutan pada alat penyerut daun nenas menggunakan metode garis lurus (*straight line*). Metode ini didasarkan atas asumsi bahwa berkurangnya suatu aset secara linier terhadap waktu atau umur dari aset tersebut. Biaya penyusutan pada alat penyerut daun nenas adalah sebesar Rp. 477.000,00 per tahun.

4. Biaya Penggantian

Pada alat penyerut daun nenas dilakukan satu kali penggantian motor penggerak mata pisau dan motor penggerak landasan selama umur ekonomi alat. Penggantian motor pada alat penyerut daun nenas diperlukan karena kekuatan motor yang semakin kecil yang disebabkan pemakaian yang terus menerus selama umur ekonomi alat. Penggantian ini dimaksudkan agar kemampuan dukung alat tetap optimal.

Menurut Suharto (1995), dari pengalaman, penggantian dilakukan setelah bagian mesin mencapai sekitar 10.000 jam kerja atau sekitar 5 tahun jam kerja. Penggantian motor pada alat penyerut daun nenas dilakukan pada akhir tahun ke lima sehingga pada tahun ke enam dalam perhitungan arus kas pada analisis finansial usaha penyerutan daun nenas terjadi peningkatan biaya. Biaya penggantian untuk setiap motor disesuaikan dengan biaya pembelian motor saat ini yaitu sebesar Rp 750.000,00 sehingga besarnya biaya penggantian untuk dua motor penggerak adalah Rp. 1.500.000,00.

C. Analisis Finansial Usaha Penyerutan Daun Nenas

Analisis finansial yang dilakukan pada penelitian alat penyerut daun nenas bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat penyerut daun nenas. Analisis yang dilakukan adalah analisis biaya, analisis investasi, dan analisis sensitivitas.

1. Analisis Biaya

a. Proyeksi Penerimaan

Pendapatan diperoleh dari penjualan serat daun nenas setiap dua kali sebulan. Nilai pendapatan diperoleh dari hasil perkalian antara produksi serat daun nenas dengan harga jual per kilogram. Serat daun nenas yang dihasilkan per tahun sebesar 277,2 kg. Harga jual serat daun nenas per kilogram adalah Rp. 200.000,00, sehingga pendapatan setiap tahun sebesar Rp 49.896.000,00.

b. Biaya operasional

Biaya operasional adalah semua biaya yang berhubungan dengan kegiatan pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi. Pada usaha penyerutan daun nenas biaya operasional yang diperlukan sebesar Rp. 20.077.794,00 per tahun. Kebutuhan biaya operasional dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Lampiran 7.

Biaya operasional terdiri dari biaya tetap, biaya tidak tetap, dan biaya tak terduga. Biaya tetap terdiri dari biaya sewa bangunan, biaya penyusutan, dan biaya pemeliharaan dan perbaikan. Sedangkan biaya tidak tetap meliputi upah tenaga kerja, biaya bahan baku, biaya listrik, dan biaya transportasi. Biaya tetap pada usaha penyerutan daun nenas sebesar Rp. 2.357.000,00 per tahun. Biaya tidak tetap dan biaya tak terduga adalah sebesar Rp. 15.645.600,00 per tahun dan Rp 1.800.300,00 per tahun.

Arus kas merupakan laporan penerimaan dan pengeluaran kas yang menunjukkan transaksi uang tunai yang berlangsung selama periode akuntansi tertentu.

Kas masuk meliputi total penerimaan, nilai sisa, dan modal. Kas keluar meliputi biaya investasi, biaya operasional, dan biaya pajak penghasilan. Proyeksi arus kas pada usaha penyerutan daun nenas dapat dilihat pada Lampiran 11.

Usaha penyerutan daun nenas pada tahun ke-10 diperoleh akumulasi keuntungan sebesar Rp. 147.929.830,00. Hal ini menunjukkan bahwa usaha penyerutan daun nenas berdasarkan perhitungan proyeksi arus kas yang dilakukan cukup menguntungkan.

2. Analisis Investasi

Kriteria investasi yang dipakai adalah B/C rasio, NPV, dan BEP. B/C ratio adalah ukuran kelayakan usaha dengan membagi jumlah *Present Value Benefit* dibagi dengan jumlah *Present Value Cost*. Tingkat bunga yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan rata-rata tingkat bunga di bank BRI yaitu 16 %. Dalam B/C ratio yang dihitung sebagai cost adalah biaya modal atau biaya investasi yang dipakai, pajak penghasilan, dan biaya operasi dan pemeliharaan. Sedangkan yang dihitung sebagai benefit adalah nilai total produksi dan nilai sisa dari investasi. Hasil perhitungan menunjukkan B/C ratio sebesar 1,63 lebih besar dari 1 sehingga kriteria kelayakan usaha pada usaha penyerutan daun nenas layak untuk diusahakan.

Keuntungan netto suatu usaha adalah penerimaan bruto dikurangi jumlah biaya. Maka *Net Present Value* (NPV) suatu proyek adalah selisih PV arus benefit dengan PV

arus biaya. Sehingga dapat dirumuskan NPV merupakan selisih antara benefit (penerimaan) sekarang dengan cost (biaya) sekarang.

Dalam analisis finansial yang dilakukan pada usaha penyerutan daun nenas diperoleh nilai NPV sebesar Rp. 65.192.438,52 yang merupakan nilai benefit sekarang selama umur ekonomis usaha yaitu selama 10 tahun. Maka nilai rata-rata NPV per tahun adalah sebesar Rp. 6.519.243,85. Besarnya NPV usaha penyerutan daun nenas sebesar Rp. 65.192.438,52, menyatakan bahwa keuntungan bersih sekarang yang diterima oleh usaha penyerutan daun nenas adalah sebesar Rp. 65.192.438,52, yang merupakan penambahan hasil penerimaan bersih selama 10 tahun usaha penyerutan daun nenas. Hal ini berarti bahwa usaha penyerutan daun nenas layak diusahakan. Hasil perhitungan selengkapnya untuk B/C ratio dan NPV dapat dilihat pada Lampiran 12.

Titik impas atau *Break Even Point* (BEP) untuk banyaknya produksi per tahun sebesar 146,86 kg dan titik impas atau *Break Even Point* (BEP) untuk harga produksi sebesar Rp. 74.167,00 / kg. Perhitungan *Break Even Point* (BEP) dapat dilihat pada Lampiran 9.

3. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk meneliti kembali sampai sejauh mana suatu analisis dapat berpengaruh akibat keadaan yang berubah-ubah. Analisis ini juga dapat menunjukkan kepekaan pada setiap penilaian investasi sebagai akibat adanya perubahan pada komponen penerimaan dan pengeluaran.

Ketidaktepatan atau terjadinya kekeliruan perkiraan biaya dan manfaat yang telah disusun mungkin saja terjadi. Menurut Choliq *et. al.* (1996), ketidaktepatan perkiraan itu antara lain :

- a. Terjadinya peningkatan biaya.
- b. Dengan adanya proyek, produk meningkat yang memungkinkan untuk turunnya harga produk, sehingga akan menurunkan benefit.
- c. Mundurnya waktu berproduksi, sehingga akan menurunkan benefit.

Ketidaktepatan atau kekeliruan dapat diatasi dengan melakukan analisis sensitivitas. Banyaknya analisis sensitivitas yang dibuat tergantung dari asumsi-asumsi yang telah ditentukan. Sebagai contoh menurut Choliq *et. al.* (1996), mengenai asumsi-asumsi yang biasa digunakan adalah :

- a. Seandainya biaya naik 10 % dari perkiraan semula, sedangkan keadaan benefit tetap.
- b. Seandainya biaya tetap seperti semula, tetapi benefit turun sebesar 10 %.

Pada penelitian ini dilakukan dua analisis sensitivitas yaitu analisis sensitivitas akibat terjadi peningkatan biaya sebesar 10 % dan analisis sensitivitas akibat terjadi penurunan harga jual sebesar 10 %. Hasil dari analisis sensitivitas tersebut akan menambah kepercayaan atas proyek yang dilaksanakan tersebut.

Analisis sensitivitas terhadap peningkatan biaya dilakukan karena proyek ini memerlukan biaya operasional yang tinggi. Analisis sensitivitas akibat perubahan harga jual produk terutama diperlukan pada proyek yang mempunyai umur ekonomis panjang.

Tabel 5. Hasil analisis sensitivitas pada usaha penyerutan daun nenas.

Kriteria	Peningkatan biaya sebesar 10 %	Penurunan harga jual 10 %
NPV	Rp. 55.661.716,80	Rp. 49.170.177,00
B/C ratio	1.49	1,48

Hasil analisis sensitivitas yang dilakukan terhadap peningkatan biaya 10 % dan penurunan harga jual sebesar 10 % menunjukkan bahwa usaha penyerutan daun nenas layak diusahakan. Perhitungan analisis investasi untuk penurunan harga jual 10 % dan peningkatan biaya 10 % dapat dilihat pada Lampiran 14 dan Lampiran 16.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, Nur. 2004. *Analisis Kelayakan Usaha Finansial Tenun Serat Nenas pada Usaha Keluarga Mandiri, Di Desa Sugihan Kecamatan Rambang Kabupaten Muara Enim*. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa. 1986. *Pemanfaatan Limbah Daun Nenas sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*. Departemen Perindustrian R.I Badan Penelitian dan Pengembangan Industri. Bandung.
- Biro Pusat Statistik. 2005. *Sumatera Selatan dalam Angka*. Jakarta.
- Creamer, R. H. 1984. *Machine Design*. Wesley Publishing Company.
- Daryanto. 1988. *Pengetahuan Dasar Teknik*. PT. Bina Aksara. Jakarta.
- Daywin, F. J., G. Sitompul, L. katu, M. Djoyomartono dan S. Soepardjo. 1984. *Motor Bakar dan Traktor Pertanian*. Bogor.
- Deere, J. 1980. *Belts and Chains, Fundamentals of Service*. Third Printing, United States of America.
- Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. 1983. *Pengembangan Produksi Hortikultura*. Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. Departemen Pertanian RI, Jakarta. 47 hal.
- Dwidjoseputro, D. 1978. *Pengantar Biologi*. Bandung.
- Duma, N., T. Saleng, M. Hatitu dan Y. Lopac. 1988. *Penelitian Pengaruh Zat Warna Terhadap Proses Pencelupan Benang Sutera*. Departemen Perindustrian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri. Ujung Pandang.
- Duma, N., T. Saleng, M. Hatitu dan Y. Lopac. 1988. *Penelitian Pengaruh Zat Warna Terhadap Proses Pencelupan Benang Sutera*. Departemen Perindustrian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri. Ujung Pandang.
- Elang, H, N. Mufachir dan R. Sukada. 1996. *Laporan Pembuatan Karpet dari Enceng Gondok, Serat Nenas dan Bulu Domba*. Proyek Pengembangan Industri Tekstil. Bandung.
- Fitzgerald, A.E., C. Kingsley Jr. And A. Keyko. 1971. *Electric Machinery*. Third Edition. Mc Graw Hill Book Co., New York.
- Hardjosentono, Mulyono, Wijanto, E. Rachlan, I. W. Badra dan R. D. Tarmana. 1985. *Mesin-mesin Pertanian*. CV Yasaguna. Jakarta. 184 hal.
- Hartmann, H. T., W. J. Flocker and A. M. Kofranek. 1981. *Plant Science Growth, Development and Utilization of Cultivated Plants*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 676 p.

- Hartanto, N.S dan S. Watanabe. 1993. *Teknologi Tekstil*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Irwanto, A. K. 1979. Alat dan Mesin Budidaya Pertanian. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Jumaeri, Wagimun, R. Jufri, O. Djamir dan H. Gani. 1977. Pengetahuan Barang Tekstil. Institut Teknologi Tekstil. Bandung.
- Kantor Wilayah Departemen Perdagangan Propinsi Sumatera Selatan. 1990. Produksi Nenas di Sumatera Selatan. Kantor Wilayah Departemen Perdagangan Propinsi Sumatera Selatan, Palembang
- Kartiwa, W. H., Muliah dan W. Pratiwi. 1986. Pemanfaatan Limbah Daun Nenas Senagai bahan Baku Pulp dan Kertas. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa. Bandung.
- Khurmi, R. S. Dan J. K. Gupta. 1982. Machine Design. Eurasia Publishing House LTD. Ram Nagar; New Delhi-110055.
- Kirk dan Othmer. 1996. *Encyclopedia of chemical Technology Volume 9 second Edition*.Lubis, R., H. A. Wibowo, Z. Akhiruddin, Hersyamsi dan E A. Kuncoro. 1987. Pengantar Mekanisasi Pertanian. Jilid II. Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Lisdiana dan Soemardi, W.N. 1997. *Budidaya Nenas*. C.V. Aneka. Solo.
- Lehninger, A.L. 1982. *Dasar-dasar Biokimia. Diterjemahkan oleh M. Thenawijaya*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Muljohardjo, M. 1984. Nenas dan Teknologi Pengolahannya. Liberty, Yogyakarta. 100 hal.
- Moerdoko, W., Isminingsih, Budiarti dan Widayat. 1975. Evaluasi Tekstil (Bagian Kimia). Institut Teknologi Tekstil. Bandung.
- Moncrieff, R. W., 1983. Struktur dan Sifat-sifat Serat. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Munsell. 1997. Color Chart Of Plant Tissue. Macbeth Division of Kolomorgan. Instrument Co., Baltimore Maryland.
- Niemann, G. 1986. Elemen Mesin. Jilid I. Diterjemahkan oleh Anton Budiman dan bambang Priambodo dari buku Maschinen Elemente. Erlangga. Jakarta. 363 hal.
- Pasaribu, P. 2004. *Tinjauan Pengolahan Daun Nenas Menjadi Serat Daun Nenas. di Desa Sugihan Kabupaten Muara Enim*. Laporan PL. Universitas Sriwijaya. (tidak Dipublikasikan).
- Pine, S.H, James. B. H, Donald, J. C dan george, S. H. 1998. Kimia Organik I. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Pine, S.H, James. B. H, Donald, J. C dan george, S. H. 1998. Kimia Organik II. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

- Pracaya. 1982. *Bertanam Nenas*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rasyid, J., Astini, A. Lubis., G.A. Kusnarno. 1976. *Teknologi Pengelantangan*. Institut Teknologi Tekstil. Bandung.
- Rukmana, R. 1996. *Budidaya dan Pasca Panen Nenas*. Kanisius. Yogyakarta.
- Soejono, H. 1999. *Seni Kreatif dan Terampil batik Lukis*. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Sears, F. W dan M. W. Zemansky. 1985. *Fisika Untuk Universitas I, Mekanika, Panas dan Bunyi*. Disadur oleh Soedajana dan Amir Ahmad. Bina Cipta. Jakarta.
- Suganda, H. 1983. *Dinamika Mesin-mesin*. Erlangga. Jakarta. 168 hal.
- Sularso dan K. Suga. 1987. *Dasar Perencanaan dan Elemen Mesin*. PT Pradnya Paramita. Jakarta. 352 hal.
- Suryanto. 1995. *Elemen Mesin I*. Penerbit Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik Bandung.
- Suryanto. 1991. *Elemen Mesin I*. Penerbit Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik Bandung.
- Soedjono, P. 2004. *Fisika Dasar*. Andi offset. Yogyakarta.
- Sumanto. 1996. *Pengetahuan Bahan Untuk Mesin dan Listrik*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Sunarjono, H. 1990. *Ilmu Produksi Tanaman Buah-buahan*. Penerbit Sinar Baru. Bandung
- Surdia, T dan S. Saito. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Soeprijono. S. 1973. *Serat-serat Tekstil*. Institut Teknologi Tekstil. Bogor.
- Sugiarto. 1978. *Teknologi Tekstil*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Soeparman, N.M. Surdia, Budiarti dan Hendrodyantopo. 1977. *Teknologi Penyempurnaan Tekstil*. Institut Teknologi Tekstil.
- Soeprijono dan Soenarjono. 1985. *Perkembangan Industri Tekstil dan Kebutuhan Warna di Indonesia*. Yogyakarta
- Timoshenko, S. 1086. *Dasar-dasar Perhitungan Kekuatan Bahan*. Restu Agung. Jakarta. 567 hal.
- Wawan, K.H, Muliah dan Wieke, P. 1996. *Manfaat Limbah Daun Nenas*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Selulosa. Bandung.

- Wee, Y. C. dan Thongtham. 1991. *Ananas comosus (L.) Merr.* In E. W. M. Verhej and R. E. Coronel (Eds). *Plant Resources of South-East Asia. 2; Edible Fruits and Nuts*, Wageningen. The Netherlands.
- Widyastuti, Y. E. 1993. *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Zainab, N. 2001. *Pembuatan Benang dari Serat Daun Nenas*. Riset S₁. Universitas Sriwijaya. Inderalaya (tidak dipublikasikan).